Phys. sp. 643 m Suppan

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Die Hypsometrie

mittelst

physikalischer Beobachtungen,

oder

theoretisch-praktische Anleitung

zur

Anstellung der meteorologischen Beobachtungen

und zu

der barometrischen Höhenmessung

nebst

dem Grundrisse

der

thermometrischen und botanischen Höhenbestimmung.

Dargestellt

von

Johann Joachim Suppan,

Capitular des Stiftes St. Lambrecht, Doktor der Philosophie, Mitglied der philosophischen Fakultät an der Universität in Wien und der Ackerbaugesellschaft in Görz, k. k. Professor der Physik und emerit. Rektor an der Leopold-Franzens-Universität zu Innsbruck.

Mit einer Kupfertafel.

Innsbruck,

im Verlage der Wagner'schen Buchhandlung

1834.

386 D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

Die meteorologischen Beobachtungen und die barometrischen Höhenmessungen stehen in der genauesten Verbindung mit der physikalischen Geographie, der Hydrographie, der Topographie und Klimatologie; sie befördern das Studium der Physik und der Naturgeschichte, und verschaffen in ihrer Anwendung auf das praktische Leben, z. B. bei der Anlegung von Landstraßen, Canälen, Wasserleitungen, Recognoscirungen und Aufnahmen des Terrains, Darstellung der Gebirge im Profile, der Bearbeitung einer Pflanzengeographie, welche der eigentliche Maßstab des Klima's eines Landes, oder eines Gebirges, oder eines Thales ist, u. s. w. unverkennbare Vortheile, die durch ein anderes Mittel kaum, oder wenigstens nicht so schnell und mit so geringen Kosten erlangt werden können.

Aus diesen Rücksichten sind seit der Vervollkommnung der meteorologischen Instrumente und der barometrischen Höhenmessungs-Methode die Höhen vieler Städte, Ortschaften, Berge, Gebirgspässe, Quellen und Seen sowohl relativ, als auch über der Meeresfläche bestimmt worden. Einzelne Gebirgszüge wurden mit dem Barometer förmlich nivellirt.

Größer ist jedoch die Anzahl jener Ortschaften und Berge, deren relative und absolute Höhen erst zu bestimmen sind. Man kann der Bestimmung derselben

desto eher entgegen sehen, je allgemeiner die Anstellung und Aufzeichnung brauchbarer meteorologischer Beobachtungen und je mehr die barometrische Höhenmessungs-Methode verbreitet wird. Die Litteratur über diesen Zweig der Physik ist reichhaltig, aber meistens in den wissenschaftlichen Zeitschriften und größeren Werken zerstreut, aus welchen das Wesentliche heraus zu suchen nicht Jedermann die Gelegenheit, oft auch nicht die Zeit und die Vorkenntnisse hat. Einzelne hieher gehörige Schriften behandeln gewöhnlich nur einen oder den anderen Theil, eine oder die andere Formel oder hypsometrische Tafel.

Ich glaubte daher einem Bedürfnisse abzuhelfen und zur Verbreitung nützlicher Kenntnisse mitzuwirken, als ich die auf meteorologische Instrumente und Beobachtungen und auf die barometrische Höhenmessung sich beziehenden Grundsätze und Erfahrungen mit stäter Rücksicht auf praktische Anwendbarkeit in der vorliegenden Schrift so bearbeitete, daß auch Leser, welche sich an die einzelnen Lehrsätze der Physik und Mathematik nicht allezeit deutlich erinnern, davon Gebrauch machen können, indem die Entwicklungen der Formeln und die Rechnungen in Beispielen umständlich und so deutlich, als es mir möglich war, dargestellt sind. Für jene, welchen die analytische und logarithmische Rechnung zu mühsam oder unzugänglich ist, fügte ich hypsometrische Tafeln bei, zu deren Anwendung bloß die Elemente der Rechenkunst gehören. Für jene, welche über einzelne Theile Ausführlichkeit wünschen, führte ich die Quellen an, aus denen sie schöpfen können.

Es dürfte manchem Leser angenehm seyn, Reductionstafeln der Barometer- und Thermometerscalen und der gebräuchlichsten Höhenmaße auf einander, dann ein Verzeichniß der vorzüglichsten trigonometrisch oder barometrisch bestimmten Höhen hier zu finden.

Um endlich nichts zu übergehen, was die Höhenmessung mittelst physikalischer Beobachtungen angeht, habe ich in den letzten Abschnitten den Grundriß der thermometrischen und botanischen Höhenbestimmung angeschlossen.

Innsbruck im Oktober 1833.

Der Verfasser.

Es dürfte manchem Leser angenehm seyn, Reductionstafeln der Barometer- und Thermometerscalen und der gebräuchlichsten Höhenmaße auf einander, dann ein Verzeichniß der vorzüglichsten trigonometrisch oder barometrisch bestimmten Höhen hier zu finden.

Um endlich nichts zu übergehen, was die Höhenmessung mittelst physikalischer Beobachtungen angeht, habe ich in den letzten Abschnitten den Grundriß der thermometrischen und botanischen Höhenbestimmung angeschlossen.

Innsbruck im October 1833.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite
Vorrede . . . . III.
Einleitung 1

Erster Abschnitt.

Barometrische Höhenmessung 3

Erstes Hauptstück.

Die vorzüglichsten Instrumente zur Höhenmessung.

A. Das Barometer 3
B. Das Thermometer 20
Tafeln zur Reduction der Thermometerscalen . . . 23
C. Correction des Barometerstandes wegen der Wärme . 31
D. Beobachtung des Barometers und des fixen Thermometers . 36
E. Mittlerer Barometer- und Thermometerstand . . . 38
F. Reduction der Barometerscalen auf einander . . 42
G. Verdunstungsprozeß 48
H. Hygrometer 61
I. Witterungsbeobachtung 74
Meteorologisches Tagebuch 75

Zweites Hauptstück.

Theorie der barometrischen Höhenmessung.

A. Entwicklung der Grundformel 78
B. Bestimmung des barometrischen Coeffizienten . . . 83
D. Correction des barometrischen Coeffizienten 86
C. Correctionen der Barometerstände 97
E. Corrigirte, barometrische Höhenmessungsformel . . . 100
F. Anwendung der Formel auf barometrische Höhenmessungen in Beispielen 103
G. Die vorzüglichsten Höhenmessungsformeln anderer Physiker mit der Anwendung auf Beispiele 111
H. Höhe über der Meeresfläche 132
I. Barometrische Nivellirung mit einem Barometer . . . 136
K. Zuverläßigkeit der barometrischen Höhenmessung . . . 141
L. Uebersicht des Verfahrens bei barometrischen Höhenmessungen 146
M. Rechnung nach mittleren Barometer- und Thermometerständen 149
Höhe der Stadt Innsbruck über der Sternwarte in Wien und über der Meeresfläche 150

Drittes Hauptstück.

Hypsometrische Tafeln 153
A. » » des Hrn. v. Lindenau, abgekürzt von Horner 154
B. » » des Herrn Littrow 166
C. » » des Herrn D'Aubuisson 177
D. Ueber hypsometrische Tafeln anderer Physiker mit der Anwendung auf Beispiele 182

Seite
E. Zuverläßigkeit der hypsometrischen Tafeln 186
F. Reduction der Höhenmaße auf einander 189
G. Höhen von Bergen, Ortschaften, Seen und Flüssen über der Meeresfläche 193
Höhen in Tirol und Vorarlberg 195
Höhen in Salzburg 201
Höhen in Kärnthen 206
Höhen in Steyermark 211
Höhen im Erzherzogthume Oesterreich 218
Höhen in Krain und dem illyrischen Küstenlande . . . 223
Höhen in Mähren 227
Höhen in Böhmen und Schlesien 229
Höhen in der Schweiz 232
Höhen in anderen Ländern von Europa 236
Höhen in Asien. 244
Höhen in Africa 245
Höhen in America 246
Höhen in Australien 247

Zweiter Abschnitt.

Thermometrische Höhenmessung 248
Hypsothermometer nach Wollaston 249
Höhe der Beobachtungsstation nach den Graden des Hypsothermometers 252

Dritter Abschnitt.

Ueber die botanische Höhenmessung nach der Pflanzengeographie 257
Schluß. Ueber die zoologische Höhenbestimmung . . . 268

Einleitung.

§. 1. Die Höhe eines Berges wird im zweifachen Sinne genommen; sie ist entweder der senkrechte Abstand des Gipfels, der höchsten Spitze, des Joches, von der Ebene seines Fußes, oder die senkrechte Entfernung des höchsten Punktes von der Ebene der Meeresfläche. Wenn z. B. (Fig. 1) A die höchste Spitze eines Berges bedeutet, BC in der Ebene seines Fußes liegt, so ist AH die Höhe des Berges in der ersten Bedeutung; wenn aber BC in der Ebene der Meeresfläche gedacht wird, so ist AH die Höhe des Berges in der zweiten Bedeutung.

§. 2. Die Höhe eines Berges über die Meeresfläche ist meistens von der Höhe über seinen Fuß verschieden; weil dieser schon eine Höhe über die Meeresfläche hat, wenn er nicht am Gestade des Meeres selbst liegt. Wenn man ohne weitere Bestimmung von der Höhe eines Berges spricht, so versteht man immer die Höhe über der Meeresfläche.

Die Beziehung der Höhen auf die Meeresfläche ist der Bemessung der Höhe über den Fuß oder einen andern Standpunkt vorzuziehen, weil, wenn alle Höhen auf eine untere allen gemeinschaftliche Ebene, welche die Meeresfläche ist, bezogen werden, ein richtiger Vergleich der Höhen unter einander möglich ist; während, wenn die Beziehung der Höhen auf andere, von der Meeresfläche verschiedene Standorte geschieht, der Vergleich nur dann angestellt werden kann, wenn die Höhen dieser Standorte über einander oder über der Meeresfläche schon gegeben sind.

§. 3. Unter der Höhe eines Ortes versteht man ebenfalls dessen senkrechte Entfernung von der Ebene der Meeresfläche, wenn keine weitere Bestimmung beigesetzt wird. Wenn z. B. (Fig. 1) BC in der Ebene der Meeresfläche liegt, und E, G... Orte vorstellen, so ist Ee die Höhe des Ortes E und Gg die Höhe des Ortes G. Orte, welche dieselbe Höhe, über der Meeresfläche haben, liegen in derselben horizontalen Ebene; und Orte in derselben Ebene haben dieselbe Höhe über der Meeresfläche. Z. B. wenn für die Orte D und E, Dd = Ee, so ist DE parallel mit BC, und wenn die Orte D und E in der zu BC parallelen Ebene DE liegen, so ist Dd = Ee.

§. 4. Die Höhen der Berge und Ortschaften können bestimmt werden: a) durch Nivelliren; b) durch die trigonometrische Messung; c) durch Berechnung der beobachteten Barometer- und Thermometerstände; d) durch Beobachtung der Siedhitze des reinen Wassers; e) durch das Vorkommen der Produkte der organischen Natur, vorzüglich der Pflanzen.

Das Nivelliren und die trigonometrische Messung setzen den Besitz kostspieliger Instrumente voraus; beide Methoden können deßhalb von jenen selten angewendet werden, welche die hiezu nothwendigen mathematischen Kenntnisse besitzen. Das Nivelliren erfordert nebstbei einen großen Zeitaufwand, und führt in dem günstigsten Falle nur zur Kenntniß der relativen Höhe des Berges oder Ortes, d. i. der Höhe über den Fuß oder einen andern Standort. Oft ist das Terrain so beschaffen, daß das Nivelliren nicht Statt finden kann. Die trigonometrische Messungs-Methode führt ebenfalls nur zur Kenntniß der relativen Höhen, wenn die Höhen der Grundflächen über der Meeresfläche unbekannt sind; auch ist sie wegen den Einfluß der Strahlenbrechung auf die beobachteten Zenithdistanzen, welcher nach dem Zustande der Luft sich ändert, und nicht genau berechnet werden kann, etwas unsicher. Nur die, von dem k. k. General-Quartiermeisterstabe über den größten Theil des österreichischen Kaiserstaates seit dem Jahre 1817 ausgeführte trigonometrische Triangulirung, führte zur Kenntniß der Höhen über der Meeresfläche, weil einige bestimmte Höhenpunkte unmittelbar am Meere liegen, wie z. B. Veglia, Fiume, Capo d'Istria, Triest, Pirano, Barbana, Grado, . . . deren Höhe über der Meeresfläche sich genau messen ließ, so daß durch diese Höhen leicht die absoluten Höhen der übrigen Punkte, deren gegenseitiger Höhenunterschied bestimmt wurde, bekannt werden konnten.

Einfach, wenig kostspielig und leicht ausführbar ist die barometrische Höhenmessung oder die Methode, aus den Barometer- und Thermometerständen die Höhe zu bestimmen, wie sich im folgenden ergeben wird. Diese Messungsmethode theoretisch zu entwickeln, und deren Anwendung praktisch zu zeigen, ist der Gegenstand dieser Hypsometrie. (ὑψος Höhe und μετρον Maß.) Ueber die unter d und e genannten Methoden wird das Wesentliche am Schlusse angeführt werden.

I. Abschnitt.

Barometrische Höhenmessung.

§. 5. Die zu barometrischen Höhenmessungen nothwendigen Instrumente sind, Barometer, Thermometer und Hygrometer. Da von der Beschaffenheit dieser Instrumente und von der Art zu beobachten der Erfolg der Höhenmessungen abhängt, so ist es zweckdienlich, das Wichtigste über die Einrichtung und Beschaffenheit der Barometer, Thermometer und Hygrometer, so wie über die Methode, deren Beobachtungen anzustellen, der Theorie der Höhenmessung vorausgehen zu lassen.

Erstes Hauptstück.

Die vorzüglichsten Instrumente zur Höhenmessung.

A. Das Barometer.

Das Barometer gründet sich auf einen Versuch, der zuerst von Torricelli zu Florenz im Jahre 1643 angestellt wurde, und auf folgende Weise wiederhohlt werden kann. Man nehme eine drei Fuß lange, zwei bis drei Linien weite, an einem Ende luftdicht geschlossene, am andern offene Glasröhre, fülle sie sorgfältig mit reinem Quecksilber an, schließe dann das offene Ende mit dem Finger, drehe sie um, stelle sie lothrecht in ein weiteres, zum Theil, z. B. bis mn (Fig. 2) mit reinen Quecksilber gefülltes Gefäß, so daß die Röhre sammt dem schließenden Finger in das Quecksilber eingetaucht wird. Wenn man nun den Finger von der Oeffnung a zurückzieht, so fließt zwar ein Theil des Quecksilbers aus der Röhre in das untere weitere Gefäß ABCD; der größere Theil bleibt jedoch in der Röhre, und steht in dieser über dem Niveau mn des Quecksilbers ungefähr 28 Zoll hoch. Ueber dem Quecksilber von 28 Zoll bis in das Ende b ist ein luftleerer Raum, falls das Quecksilber durch Auskochen von der Luft gereiniget wurde. Wenn aber auch das obere Ende der Röhre b geöffnet wird, so sinkt das Quecksilber in der Röhre so lange, bis es mit dem Quecksilber im weiteren Gefäße dasselbe Niveau rs erlangt hat.

Die Ursache dieser Erscheinung ist offenbar die atmosphärische Luft, welche, so lange die Röhre in b geschlossen ist, auf die Oberfläche des Quecksilbers mn im Gefäße drückt, ohne in der Röhre, welche luftleer ist, einen Gegendruck zu erleiden. Der Luftdruck von außen erhält daher das Quecksil-

ber in der Röhre auf ungefähr 28 Zoll Höhe. Wenn die Röhre in b geöffnet wird, so drückt die atmosphärische Luft eben so stark auf das Quecksilber von oben, als dieses von unten gedrückt wird; dann hebt sich der gleiche und gerade entgegengesetzte Luftdruck auf, und das Quecksilber sinkt wegen seiner Schwere herab, bis es im hydrostatischen Gleichgewichte steht, oder dasselbe Niveau mit dem Quecksilber im Gefäße ABCD erlangt hat.

§. 7. Dieser Versuch könnte mit demselben Erfolge angestellt werden, wenn die Röhre heberförmig umgebogen, deren kurzen Schenkel bei a offen, der längere bei b geschlossen wäre (Fig. 3). Das Quecksilber würde in dem längeren Schenkel ungefähr 28 Zoll hoch über dem Niveau des Quecksilbers im kürzeren Schenkel mn stehen, so lange b verschlossen bleibt, aber alsogleich herabsinken und sich mit dem Quecksilber im kürzeren Schenkel auf dasselbe Niveau stellen, wenn b geöffnet und dadurch der Luft der Zutritt ober dem Quecksilber in der längeren Röhre gestattet würde. Bei einer so gestalteten Röhre vertritt der kürzere Schenkel die Stelle des weiteren Gefäßes ABCD. (Fig. 1.)

§. 8. Man nehme eine heberförmig gebogene Röhre abc, (Fig. 4) fülle sie bis zum Niveau de mit Quecksilber, und dann über das Quecksilber in d bis a mit Wasser; so wird das Quecksilber in d des Wasserdruckes wegen z. B. bis m sinken, im kürzeren Schenkel um eben so viel von e bis n steigen und im Gleichgewichte bleiben. Nun ist das gemeinschaftliche Niveau des Quecksilbers in beiden Schenkeln nicht mehr de sondern mg, über mg steht im längeren Schenkel die Wassersäule von der Höhe ma, im kürzeren Schenkel die Quecksilbersäule von der Höhe gn und weil beide Flüßigkeiten im Gleichgewichte stehen, so steht auch die Wassersäule von der Höhe ma mit der Quecksilbersäule gn im Gleichgewichte, oder der Druck der genannten Wasser- und Quecksilbersäule hebt sich gegenseitig auf. Wenn die Höhen ma und gn gemessen werden, so findet man ma beiläufig 13½ mal höher als gn. Da das spezifische Gewicht des Quecksilbers beiläufig 13½ mal größer als jenes des Wassers ist, so findet zwischen ungleichartigen Flüßigkeiten in Comunikations-gefäßen das Gleichgewicht Statt, wenn ihre Höhen im verkehrten Verhältnisse mit ihren spezifischen Gewichten stehen, d. i. $S : s = a : A$, wenn S, s die spezifischen Gewichte des Quecksilbers und Wassers, A, a die Höhen ma, gn bedeuten. Die höhere Wassersäule ma muß daher so viel wägen, als die minder hohe Quecksilbersäule gn, und die Höhe der Quecksilbersäule gn im kürzeren Schenkel kann als Maß für den Druck der Wassersäule ma im längeren Schenkel angesehen werden.

§. 9. Auf gleiche Weise ist (Fig. 3) die Quecksilbersäule im längeren Schenkel von dem Niveau des kürzeren mn oder h bis 28 Zoll das Maß für die Größe des Luftdruckes; denn denkt man sich den kürzeren Schenkel ca bis an das Ende der Atmosphäre reichend, so ist die Luft in dieser Röhre von mn bis an das Ende der Atmosphäre mit dem Quecksilber von h bis 28 Zoll eben so im Gleichgewichte, als im vorigen §. das Wasser mit dem Quecksilber. So viel also das Quecksilber von h bis 28'' wägt, so viel muß auch die Luft in der verlängert gedachten Röhre von mn bis an das Ende der Atmosphäre wägen. Die Luft, welche nicht über der Oeffnung a, sondern neben ca hinauf sich befindet, drückt auf das Quecksilber eben so wenig, als im vorigen §. das Wasser außer der Röhre ma auf das Quecksilber drücken würde.

Die Quecksilbersäule, welche in dem torricellischen Versuche über dem Niveau im kürzeren Schenkel sich befindet, steht mit dem äußeren Luftdruck im Verhältnisse, wenn ober dem Quecksilber in der Röhre weder Luft, noch Wasserdunst, noch eine andere ausdehnsame Flüßigkeit vorhanden, oder der Raum über dem Quecksilber leer ist. Wenn aber über dem Quecksilber in der Röhre Luft wäre, so wirkt diese dem Druck der äußeren Luft entgegen, und hebt einen Theil der Wirkung auf; daher die Quecksilberhöhe in der Röhre nicht mehr den wirklichen Luftdruck, sondern nur den Unterschied des Druckes von Außen über den von Innen anzeigen würde. Eine torricellische luftleere Röhre, mit einem Maßstabe, zum Messen der Höhe der Quecksilbersäule, ist ein Meßinstrument für die drückende Kraft der Luft, ein Luftdruckmesser, ein Barometer. (βαρος Schwere und μετρον Maß.)

§. 10. Die wesentlichen Theile eines Barometers sind: 1) eine etwa 2¾ Fuß lange, oben luftdicht geschlossene unten offene Glasröhre, 2) ein weiteres Gefäß oder anstatt diesem ein aufwärts gebogener mit der Röhre zusammenhängender kürzerer Schenkel, 3) das Quecksilber, und 4) der Maßstab oder die Scale zur Bemessung der dem Luftdrucke proportionirten Quecksilberhöhe.

§. 11. Bei der Wahl der Röhren zu Barometern ist nebst der Länge auf die Beschaffenheit des Glases, auf die Weite, Trockenheit und Reinheit derselben, zu sehen. Das Glas zu Barometerröhren soll nicht zu weich und nicht zu hart seyn, damit es die Erhitzung beim Auskochen ertragen könne, ohne wie die weichen Gläser zersetzt zu werden, oder wie die harten Gläser, zu springen. Röhren aus hartem Glase haben nach der Länge laufende feine Linien, die sich in der Hitze trennen, weiches Glas hat eine grünliche ins Blaue spielende Farbe. Das Glas soll ferner nicht zu dünne und

nicht zu dick seyn, weil zu dünne Glaswände von dem Quecksilber leicht zerstoßen werden, und zu dicke in der Hitze des Auskochens zerspringen. Die Dicke von $1/2$ Linie ist hinreichend. Die Weite der Röhren soll nicht unter $1\,1/2$ Linie seyn, weil in engeren Röhren die Beweglichkeit des Quecksilbers zu geringe und die Wirkung der Capillarität zu groß ist; auch lassen zu enge Röhren das reine Auskochen des Quecksilbers nicht zu. Weite Röhren, z. B. von 4 bis 5 Linien, sind sehr brauchbar, wenn die Barometer nicht zum Uebertragen bestimmt sind, weil in solchen die Wirkung der Capillarität und die Reibung des Quecksilbers am Glase sehr klein ist; als Reisebarometer taugen sie aber nicht, weil sie wegen der großen Menge Quecksilber zu schwer werden und beim Uebertragen leichter Luft fangen als engere Röhren. Endlich soll die Röhre vollkommen trocken und rein vom Staube und Schmutze seyn. Die dießfällige Reinigung der Röhre wird am leichtesten bewirkt, wenn man einen aus Baumwolle geformten Propfen mittelst eines Bindfadens durch die Röhre wiederhohlt durchzieht, die Röhre dann über glühende Kohlen allmählig erhitzt, sie zwischen den Fingern dreht, und in ihrer ganzen Länge über das Feuer hinführt. Die für gut gefundene und gereinigte Röhre wird dann am obern Ende so zugeschmolzen, daß sie sich in eine Wölbung endigt, weil das Gewölbe den Stoß des Quecksilbers leichter aushält.

§. 12. Der zweite Bestandtheil des Barometers ist ein weiteres Gefäß MKNH (Fig. 8). Es besteht aus Glas, Eisen oder dichtem Holze, seine Form ist immer cylindrisch und der Boden CD mit Leder, welches bloß am Umfange des Cylinders luftdicht haftet, bedeckt. Die Röhre ba wird durch den Oberboden des Gefäßes MH eingesteckt und eingeleimt. Der untere Boden KN hat in der Mitte eine Schraube, mittelst der man das sackförmige Leder am Boden heben oder herablassen kann. Barometer dieser Art heißen Gefäßbarometer. Eine andere Verbindung hat die Röhre mit dem Gefäße bei den sogenannten Zimmerbarometern, indem das Gefäß von Glas in Form einer Kugel oder Birne unmittelbar an die krumm aufwärts gebogene Röhre angeschmolzen ist (Fig. 5). Solche Instrumente heißen deßwegen Birnbarometer. Bei den Heberbarometern (Fig. 3) vertritt der kürzere Schenkel ca die Stelle des Gefäßes, und da ein solches Instrument eine heberförmige gebogene Röhre ist, so hat es den Namen Heberbarometer.

§. 13. Das Quecksilber für Barometer soll rein vom Staube, Luft, Wasserdunste und fremdartigen metallischen Beimengungen seyn, weil Luft und Wasserdunst in den Raum über den Quecksilber aufsteigen, und nach §. 9 das Queck-

silber herabdrücken, metallische Beimengungen aber die Röhre undurchsichtig machen. Reines Quecksilber hat eine rein spiegelnde Oberfläche, hängt sich weder an Glas, noch an Papier an, und hinterläßt auf letzterem keine metallischen Streifen, sondern höchstens Staub und mechanisch anhängende Unreinigkeit. Frei von beigemengten Metallen erhält man das Quecksilber aus soliden Materialhandlungen, die es unmittelbar aus den Bergwerken beziehen. Vom Staube, Luft und Wasserdunste muß es vor dem Gebrauche sorgfältig gereiniget werden; dieß geschieht, wenn man dasselbe durch Gemsleder drückt und durch enge aus Schreibpapier geformte Trichterchen so lange laufen läßt, bis das Papier vom Staube nicht mehr unrein wird. Die Reinigung von Luft und Feuchtigkeit geschieht, indem man es in einem Glase mit engen Halse auf einen heißen Ofen stehen läßt, bis sich an das Glas feine Quecksilbertropfen anlegen, es dann schließt und auskühlt. Darnach füllt man es mittelst papierner Trichterchen in die nach §. 11 gereinigte ausgetrocknete Röhre bis etwa auf ein Dritttheil der Länge, und kocht es in dieser gut aus, damit die während der Füllung der Röhre eingedrungenen Wasserdünste und Luftblasen durch die Hitze entweichen. Das Auskochen geschieht auf folgende Weise: Man nehme eine Gluthpfanne, die an einer Seite einen Ausschnitt hat und lege die glühenden Kohlen so, daß längst der Richtung des Ausschnittes dazwischen eine Rinne zur Aufnahme der am offenen Ende lose mit Papier verstopften Röhre bleibe. Nun wird die Röhre mit dem gewölbten Ende den Kohlen, welche jedoch nicht in Flammen aufschlagen dürfen, allmählig genähert, damit sie sich langsam erhitze; dann in die Rinne zwischen den Kohlen gesenkt, in einer Neigung von etwa 25 bis 30 Grad gegen den Horizont gehalten und immer um ihre Axe herumgedreht. Bald steigen längst der Glaswand Luftblasen auf, die an dem offenen Ende der Röhre entweichen. Wenn an einer Stelle keine Luftblasen mehr sichtbar sind, so schiebe man diese Stelle aus dem Ausschnitte der Pfanne hinaus, lasse eine andere Stelle in das Feuer kommen, und setze dieses Verfahren so lange fort, bis man das eingefüllte Quecksilber aus dem Ausschnitt der Pfanne geführt hat. Darnach wiehohle man die Arbeit von Neuem, um das Quecksilber zum Sieden zu bringen, und führe die Röhre wie vorher durch den Ausschnitt hinaus, wenn an einer Stelle das Sieden heftig ist; bis endlich die etwa noch zurückgebliebenen Luftbläschen, dem stärksten Feuer ausgesetzt, aus der Röhre entweichen. Dann verschließe man diese mit einem Stöpsel und lasse das Quecksilber auskühlen. Nach der Erkaltung fülle man die Röhre weiter bis auf ²⁄₃ Theile der Länge

an, und verfahre wie vorher. Wenn auch diese ausgekocht ist, fülle man die Röhre bis auf 1 Zoll an, und wiederhohle das vorige Auskochen. Der letzte Zoll der Röhre wird mit Quecksilber gefüllt, das nicht mehr ausgekocht werden kann, weil es durch das Sieden aus der Röhre getrieben würde. Bei gut ausgekochten Barometerröhren muß das Quecksilber nach dem Erkalten mit einer hellglänzenden Metallfläche an das Glas anliegen. Werden gut ausgekochte Röhren an der offenen Mündung mit dem Finger verschlossen, umgekehrt, und das offene Ende in das mit Quecksilber zum Theil gefüllte Gefäß gestellt, so sinkt das Quecksilber bis seine Höhe dem Luftdrucke genau proportionirt ist, hat in der Röhre eine ebene Oberfläche und ober sich einen ganz leeren Raum.

Dieses Auskochen ist bei einem guten Barometer unerläßlich, und kann durch bloßes Erhitzen des Quecksilbers vor dem Einfüllen in der Röhre keineswegs ersetzt werden, indem selbst das erst beschriebene Auskochen mehrmal wiederhohlt die letztern Antheile der Luft und Feuchtigkeit nicht völlig wegzuschaffen vermag. Um sich zu überzeugen, ob ein Barometer luftleer ist, neige man die Röhre langsam; wenn das Quecksilber an das gewölbte Ende anschlägt, so ist die Röhre luftleer.

§. 14. Der letzte und einer der Hauptheile des Barometers ist endlich die Scale zur Messung der Quecksilberhöhe in der Röhre. Die Scale darf kein willkührliches Maß, wie es oft bei Zimmerbarometern der Fall ist, sondern muß ein bestimmtes genaues Längenmaß enthalten, wenn die Beobachtungen der Wissenschaft dienlich seyn sollen. Auf unseren Barometern ist die Scale meistens in Zolle und Duodecimal-Linien (12 Linien auf einen Zoll) des Wiener- oder des altfranzösischen Maßes eingetheilt; seltener kommen Scalen mit der Theilung in Millimeter, nach dem in Frankreich eingeführten metrischen Maße, vor. Es giebt auch Barometer, welche zwei dieser Scalen neben einander haben, und solche, deren Zolle anstatt in 12 Linien, nur in 10 Theile, oder Decimal-Linien, abgetheilt sind. Die Verzeichnung der Scale macht man gewöhnlich auf Messing, und befestiget dieses neben der Röhre auf die Fassung des Barometers; zuweilen zeichnen die Künstler die Scale auf die Glasröhre selbst. Der Anfang der Scale ist am Niveau des Quecksilbers im Gefäße, oder am kürzeren Schenkel, (Fig. 2, 3 und 5) bei mn oder h, so zwar, daß wenn die Quecksilberhöhe 28 Zoll gelesen wird, der Abstand von h bis an die Oberfläche des Quecksilbers in der Röhre wirklich 28 Zolle des gewählten Maßes messen soll. Nur die Länge dieser Säule ist mit dem Luftdruck zur Zeit der Beobachtung im Gleichgewichte, indem das Quecksilber unter mn und h durch sich selbst, nach

hydrostatischen Gesetze im Gleichgewichte erhalten wird. Wenn die Scale nicht längst der ganzen Röhre hinaufreicht, sondern bloß neben dem obern Theil, wo das Quecksilber spielt, z. B. von 16, 20 oder 24 Zollen u. s. w. angefangen, so darf dadurch der Richtigkeit des Maßes kein Abbruch geschehen; sondern es muß von dem Niveau mn im Gefäße bis zu der Stelle, wo an der Scale 16, 20 oder 24 Zolle u. s. w. zu lesen sind, genau die dem gewählten Maße entsprechende Länge eintreffen. Gefäßbarometer haben in der Regel die Scale längst eines Theiles der Röhre, Heberbarometer müssen dieselbe längst der ganzen Röhre haben.

§. 15. Da die Quecksilberhöhe im Barometer meistens nebst den ganzen Zollen und Linien noch Bruchtheile von Linien, oder nebst den ganzen Millimetern Bruchtheile von Millimetern enthält, diese kleineren Theile aber mit dem Augenmaße unsicher geschätzt werden, so soll die Scale eines guten Barometers noch mit einen andern Maßstabe zur Messung der genannten kleineren Bruchtheile versehen seyn; dieser Maßstab heißt der Nonius. Auf dem Nonius wird gewöhnlich die Länge von 11 Linien der Scale in 10 Theile eingetheilt, wodurch ein solcher Theil am Nonius, eine Linie auf der Scale an Größe um $\frac{1}{10}$ Linie übertrifft. Der Nonius CEDF (Fig. 6) ist wie die Scale auf Messing gezeichnet. Zum Behufe der Befestigung wird er am besten mit einer messingnen Röhre GHDC verbunden, und durch diese die Barometerröhre gesteckt, so daß dann der Nonius auf der Barometer-Scale fest anliegt, und längst der Röhre auf- und abgeschoben werden kann. Das obere Ende des Nonius GCE ist horizontal abgeschliffen, und dient zugleich als Absehen. Will man mit der Scale und dem Nonius die Quecksilberhöhe messen, so wird zuerst der Nonius gestellt, das heißt, auf- oder abwärts geschoben, bis der höchste Punkt der Quecksilberoberfläche in der Barometerröhre mit dem obern Ende des Nonius GCE in derselben Ebene liegt. Dann sieht man, welcher Theilstrich des Nonius und welcher der Scale eine und dieselbe Linie bilden. Bis zu dieser Linie zählt man die Höhe auf der Scale, über diese Linie auf dem Nonius. Z. B. es falle eine Linie der Scale mit einer Linie des Nonius bei 26 Zoll 3 Linien zusammen, und ober der gemeinsamen Linie hat der Nonius noch 4 Theilchen, so wäre die Quecksilberhöhe im Barometer 26 Zoll 3 Linien $+ 4\frac{4}{10}$ Linien $=$ 26 Zoll 7,4 Linien, indem jeder Theil des Nonius um $\frac{1}{10}$ Linie mehr, als eine Linie der Scale gilt. Auf eine gleiche Weise wird der Nonius gebraucht, wenn die Scale in Millimeter, oder der Zoll in Decimal-Linien eingetheilt ist, und auf dem Nonius die Länge von

11 Millimetern oder 11 Decimal-Linien in 10 Theile eingetheilt wurde. Bei sehr genauen Barometern hat der Nonius die Einrichtung, daß er $1/_{50}$ Linie und $1/_{20}$ Millimeter angiebt.

§. 16. Ein Barometer, dessen Scale und Nonius richtig sind, zeigt doch nicht jederzeit die wahre Quecksilberhöhe an, weil der Nullpunkt der Scale, das ist, das Niveau des Quecksilbers im Gefäße Veränderungen unterliegt. Es trete z. B. der Fall ein, daß der Luftdruck größer werde, mithin das Quecksilber steige, so muß (Fig. 2 und 5) das Niveau des Quecksilbers mn im Gefäße sinken, weil das Quecksilber aus dem Gefäße in die Röhre übergeht. Wenn nun die Scale von dem Niveau mn anfängt, so ist sie offenbar um so viel zu kurz, als das Niveau unter mn sank. Wenn hingegen der Luftdruck abnimmt, so muß das Quecksilber in der Röhre sinken, dafür aber im Gefäße über das vorige Niveau mn steigen, weil das Quecksilber aus der Röhre in das Gefäß zurückgeht. Da aber der Anfangspunkt der Scale bei mn gedacht wird, so ist die Scale zu lange, und zwar um eben so viel, als das Niveau über mn stieg. Daraus folgt von selbst, daß die Quecksilberhöhe im ersten Fall kleiner, im andern Falle größer gemessen wird, als sie wirklich ist. Um diesem Fehler zu begegnen, pflegt man dem Durchmesser des Gefäßes beträchtlich größer zu machen, als dem Durchmesser der Röhre, so, daß man z. B. wenn die Röhre $1\,1/_2$ Linien weit ist, dem Gefäße die Weite $1\,1/_2$ Zoll giebt. Nach diesem Verhältnisse würde das Fallen oder Steigen des Quecksilbers um 1 Linie das Niveau mn nach dem bekannten Satze, daß die Kreisflächen wie die Quadrate der Radien sich verhalten, nur um $1/_{144}$ Linien, also ganz unmerklich ändern. Für geringe Aenderungen des Luftdruckes genügt diese Einrichtung allerdings, nicht aber für größere. Z. B. es falle das Quecksilber um 6 Zoll, wie es beim besteigen eines Berges nicht ungewöhnlich wäre, dann ändert sich das Niveau um $6/_{144}$ Zoll $= 1/_2$ Linie; und die Scale wäre um eben so viel zu kurz; daher müßte für größere Veränderungen des Luftdruckes der Durchmesser des Gefäßes noch größer als $1\,1/_2$ Zoll seyn. Da dadurch der Bedarf des Quecksilbers und das Gewicht des Instrumentes, das besonders auf Reisen in Betracht kommt, gar sehr vermehrt würde, so hat man auf andere Art den Anfang der Scale oder Nullpunkt fix zu machen gesucht.

§. 17. Unter mehreren Einrichtungen, mittelst welcher der Anfangs- oder Nullpunkt der Scale am Gefäßbarometer fix wird, kommen in der Anwendung vorzüglich zwei vor, bei der einen wird das Niveau des Quecksilbers mit einem Schwimmer, bei der andern mit einer das Niveau berühren-

den Glasspitze auf den Nullpunkt der Scale gebracht. Bei der Einrichtung der ersten Art, welche Fortin in Paris zuerst ausführte *), ist das Gefäß (Fig. 7) MHKN aus Burbaumholz genau cylindrisch gedreht, einen Zoll weit, einen Zoll tief und auf $^4/_5$ der Höhe mit Quecksilber gefüllt. Durch den Oberboden MH wird die Röhre ab eingeleimt, so daß sie bis in die Mitte der Gefäßeshöhe reicht. Auf der Oberfläche des Quecksilbers mn schwimmt eine Scheibe aus Elfenbein E mit einem dünnen Stäbchen Er, welches durch eine Oeffnung des Oberbodens f, die der Bewegung des Stäbchens hinreichenden Spielraum läßt, hervorragt. Auf dem Unterboden KN ist eine lederne Scheibe ringsum am Rande wie ein Sack luftdicht befestiget, welche mit der Schraube cd aufgehoben oder niedergelassen werden kann. Wenn der Künstler zu einem solchen Barometer die Scale verfertiget, und bei der Oberfläche des Quecksilbers mn den Nullpunkt stellt, so bemerkt er auch an dem Stäbchen Eg den über MH hervorragenden Theil, indem er um selbes in der Ebene MH einen schwarzen Ring zieht, oder ein sonst leicht kennbares Zeichen macht. Bei Veränderungen des Luftdruckes und den darauf folgenden des Niveau mn kommt das schwimmende Scheibchen E tiefer oder höher, als zur Zeit der Verfertigung zu stehen, daher auch das an dem Stäbchen gemachte Zeichen durch das Sinken des Schwimmers ganz unsichtbar, oder durch das Steigen desselben über MH sichtbar wird. Um nun das Niveau in die vorige Ebene mn zurückzubringen, bewegt man die Schraube cd, und durch diese den ledernen Sack KdN mit dem Quecksilber so lange aufwärts oder abwärts, bis das genannte Merkzeichen wieder genau in die Ebene des Oberbodens MH gebracht ist. In diesem Falle ist der Nullpunkt jederzeit dort, wo er bei Verfertigung des Instrumentes war.

Die Einrichtung der andern Art ist Fig. 8 vorgestellt. Das Gefäß MKNH ist von Glas, MH und KN sind Fassungen von Holz, cd die Schraube, um den an seinem Rande auf dem Boden KN luchtdicht befestigten Sack aus Leder zu heben oder nieder zulassen, mn ist die Oberfläche des Quecksilbers im Gefäße, GE ist ein Glaskegel, nach Fortin eine Elfenbeinspitze, mit vertikaler Axe, dessen Grundfläche in den Oberboden MH bei g eingeleimt, und dessen Spitze E mit dem Niveau mn in Berührung seyn muß, F ist eine kleine Oeffnung, zum Einlassen der Luft, die mittelst einer kleinen Schraube von Eisen wieder

---

*) G. Winkler Beschreibung eines verbesserten, bequemen und einfachen Reisebarometers. Wien 1821.

verschlossen werden kann. Genau an der Glasspitze ist der Anfangs- oder Nullpunkt der Scale, daher auch daselbst zur Zeit der Beobachtung das Niveau des Quecksilbers stehen muß. Wenn die Spitze in das Quecksilber eingetaucht ist, so wird das Quecksilber mittelst der Schraube cd und des ihr folgenden ledernen Sackes KdN herabgelassen; wenn aber die Spitze über dem Niveau mn steht, so wird das Niveau mittelst der entgegengesetzten Bewegung der Schraube cd und des ihr folgenden ledernen Sackes gehoben, bis sowohl in einem als dem andern Falle die Spitze des Glases die Oberfläche des Quecksilbers genau berührt, oder was dasselbe heißt, bis die abwärts gerichtete Spitze des Glases mit der in dem Quecksilber, wie in einem Spiegel aufwärts gerichteten sichtbaren Spitze in genaue Berührung kömmt. Dadurch erhält man das Niveau des Quecksilbers mn allzeit in der Ebene, in welcher der Anfangs- oder Nullpunkt der Scale liegt.

Da die Schwimmer etwas Quecksilber in die Poren aufnehmen, wenn sie lange in dasselbe getaucht sind; die Glasspitzen aber von dem oxydirten Quecksilber schwarz und an dem Umfange rauh werden, so sinken erstere mit der Zeit etwas tiefer ein, als früher, und an letzteren wird die Bemerkung der Berührung der Spitze mit der spiegelnden Quecksilberfläche etwas unsicher. Daher es manche Naturforscher vorziehen, die Veränderung des Niveau im Gefäße jederzeit durch Rechnung zu finden, welche auch keiner Schwierigkeit unterliegt, wenn das Gefäß genau cylindrisch von bekannten Durchmesser gedreht ist, und der Beobachter weiß, bei welcher Quecksilberhöhe der Nullpunkt der Scale in die Ebene des Niveau mn im Gefäße gesetzt wurde. Z. B. der Durchmesser des Gefäßes sey 1 Zoll, die Scale sey an das Barometer gemacht, als das Quecksilber 27 Zoll Höhe hatte. Dann ist die Scale für diese Höhe genau, für jede andere Höhe muß eine Correction vorgenommen werden.

Es wird z. B. die Höhe um 6 Linien größer oder kleiner, so sinkt oder steigt das Niveau mn für jede Linie nach §. 16 um $\frac{1}{64}$ Linie; folglich wäre die wahre Quecksilberhöhe im ersten Falle 27 Zoll + $\frac{6}{64}$ Linie, im anderen Falle 27 Zoll — $\frac{6}{64}$ Linie, wenn der Durchmesser der Röhre 1½ Linie beträgt.

§. 18. In den Heberbarometern (Fig. 3) ist die Oberfläche des Quecksilbers mn im kürzeren Schenkel ca noch größeren Veränderungen unterworfen, als in den Gefäßbarometern, indem, falls die beiden Schenkel einen gleichen Durchmesser haben, wie es auch seyn sollte, das Quecksilber in einem Schenkel um eben so viel steigt, als es in den andern fällt, und umgekehrt. Da aber der Nullpunkt der Scale allzeit an der Oberfläche des Quecksilbers im kürzeren Schenkel liegen soll, so wäre die von hmn beginnende Scale um rm zu lang, wenn das Quecksilber in der längeren Röhre fällt, und in der kürzeren bis rr steigt, aber um ms zu

kurz, wenn es um eben so viel steigt. Um die richtige Quecksilberhöhe zu erhalten wird bei diesen Barometern die Scale KL (Fig. 3), beweglich gemacht, so zwar daß man sie längst der Röhre auf- und abwärts schieben kann. Am unteren Ende L liegt der Nullpunkt, von welchem ein genau horizontaler Zeiger LN über den kürzeren Schenkel reicht. Vor jeder Beobachtung ist die Scale so zu stellen, daß der obere Rand des Zeigers LN und die Oberfläche des Quecksilbers mn, oder rr oder ss in derselben Ebene liegen; dann erhält man die fragliche Höhe. Anstatt dieser Einrichtung kann die Scale befestiget, und die Röhre längst derselben beweglich seyn.

§. 19. Barometer zu Höhenmessungen müssen auch übertragbar seyn. Zu diesem Behufe ist es nothwendig das Quecksilber so sperren zu können, daß es beim Transporte nicht ausfließe, noch durch die unvermeidlichen Schwankungen die Röhre oben durchschlage, oder Luft fange. Die Sperrung der Heberbarometer (Fig. 3) und der Gefäßbarometer (Fig. 5) geschieht nach Horners Vorschlag am leichtesten dadurch, daß man die Röhre langsam neigt, bis das Quecksilber dieselbe bis b anfüllt, und dann einen Stöpsel von Federharz, der mit Seide umwunden und an ein Fischbeinstäbchen befestigt ist, durch den kurzen Schenkel ac hinabdrückt, bis er die Quecksilbersäule in der Röhre schließt. Damit der Stöpsel durch den Druck des Quecksilbers nicht zurückgehen kann, verschließt man die Oeffnung a mit einem Deckel, an den das Fischbeinstäbchen fest anliegt. Dadurch werden alle Schwankungen des Quecksilbers, welche auf rauhen Gebirgswegen gefährlich werden, oder das Quecksilber oxydiren könnten, vermieden. Diese Art zu sperren ist selbst bei Temperaturveränderungen sicher, indem bei größerer Temperatur, also der Ausdehnung des Quecksilbers der elastische Stöpsel nachgiebt, dem sich ausdehnenden Quecksilber ausweicht, und bei der Temperaturabnahme sich ausdehnt, dem sich zusammenziehenden Quecksilber nachrückt.

Gefäßbarometer (nach Fig. 7 und 8) werden mittelst der am Boden angebrachten Schraube cd, deren Gebrauch zur Richtigstellung des Nullpunktes der Scale angegeben wurde, auch vollkommen gesperrt, indem man die Röhre langsam neigt, damit das Quecksilber die Röhre anfülle, und dann den ledernen Sack aufwärts schraubt, bis das gepolsterte Ende der Schraube fest an das abgeschliffene Ende a der Röhre anliegt. Die Aufhebung der Sperre geschieht ebenfalls in schräger Richtung. Damit bei der Wärmezunahme die Röhre nicht gesprengt wird, und bei deren Abnahme voll Quecksilber bleibe, dient die Bepolsterung am Ende der Schraube d, welche im ersten Falle wegen ihrer

Elastizität nachgiebt, im anderen Falle nachrückt. Damit die Röhre nicht Luft fasse, wird dieselbe am unteren Rande a konisch zusammen gezogen. Auf der Reise ist es besser das Barometer, nachdem früher die Oeffnung F und f (Fig. 7 und 8) wohl verschlossen wurden, umgekehrt zu tragen, weil der Druck des Quecksilbers die Sperrung locker machen könnte, und in einiger Entfernung von dem Körper auf der Schattenseite zu halten, damit das Quecksilber nicht zu sehr erhitzt werde. Die Schwankungen und die darauf folgende Oxydation des Quecksilbers im Gefäße pflegt man oft dadurch zu vermeiden, daß man nach geschehener Sperrung der Röhre, das in dem Gefäße befindliche Quecksilber durch die Oeffnung F oder f in ein besonderes Fläschchen fließen läßt, und es erst am Orte der Beobachtung durch dieselbe Oeffnung, jedoch vor aufgehobener Sperre der Röhre, wieder einfüllt.

§. 20. Eine neue Einrichtung, die Heberbarometer ohne Sperre tragbar zu machen, schlug Gay-Lussac vor. Sein Barometer unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Heberbarometer dadurch, daß (Fig. 9) der längere Schenkel eb mit dem kürzeren da mittelst eines etwas weiteren Haarröhrchens ed verbunden, der kürzere Schenkel bei a zugeschmolzen, und an der Seite bei m mit einer kleinen Oeffnung, damit die Luft hierdurch Zutritt erhalte, versehen ist. Will man dieses Instrument übertragen, so kehrt man es bloß um (Fig. 9) dann füllt das Quecksilber die Röhre bed an, ohne daß durch das enge Röhrchen de die Luft eindringen, oder das Quecksilber schwingen und die Röhre zerschlagen kann. Im kürzeren Schenkel kommt zwar auch etwas Quecksilber nach a, kann jedoch durch die Oeffnung m, welche wohl für den Eintritt der Luft hinreichend ist, nicht ausfließen, weil Quecksilber in engen Oeffnungen, wie in engen Röhren tiefer steht, als in weiteren. Ein solches Instrument läßt sich in einen Reisestock einschließen, und ist deßwegen ein sehr bequemes Reisebarometer. Es giebt auch Gefäßbarometer, die bloß umgekehrt werden dürfen, um sie gesichert übertragen zu können. Hieher gehören die von Englefield*) in London erfundenen, dann von Zambra in Salzburg nach der Anleitung des Professors Schiegg verfertigten, die sich von dem (Fig. 7) beschriebenen darin unterscheiden, daß der Schwimmer und somit auch die Oeffnung in f weggelassen ist. Die Luft dringt hinreichend schnell durch die Poren des Holzes ein, und wirkt auf das Quecksilber; in die Röhre kann sie aber nicht gelangen, weil die Mündung a sich immer unter dem Quecksilber, das $^4/_5$ der Höhe des Gefäßes einnimmt,

*) Gilb. Annal. der Physik. B. 38.

befindet. Man muß sich jedoch vor dem schnellen Umdrehen hüten, weil das Quecksilber gegen das verschlossene Ende der Röhre schlagen, und diese zerschellen könnte, auch bei dem Transporte die heftigen Schwingungen zu vermeiden suchen, weil das Quecksilber nicht gesperrt ist. Daß diese Barometer wegen veränderlichen Niveau im Gefäße nicht ganz genau sind, folgt aus den vorigen §§., wenn auch v. Buch und Karsten ihre interessanten Höhenbeobachtungen in den Alpen, und Professor Schiegg auf dem Großglockner mit derlei Instrumenten angestellt haben*).

Mehr über die vielen Formen der Barometer, deren nur wenige eine wissenschaftliche Anwendung zulassen, findet man im neuen Gehlerschen physikalischen Wörterbuche, Leipzig 1824, Artikel »Barometer«; bei Körner, Anleitung zur Verfertigung übereinstimmender Thermometer und Barometer, Jena 1824; und Baumgartner, Naturlehre, Supplementband, Wien 1831.

§. 21. Wenn man an der Scale eines guten Barometers die Quecksilberhöhe gemessen hat, so hat man noch nicht die absolute, dem Luftdrucke ganz entsprechende Höhe, weil außer dem Luftdrucke andere Umstände darauf Einfluß haben. Diese sind die Capillarität und die Wärme.

1. Vermög der Capillarität steht das Quecksilber in engen Glasröhren allzeit tiefer, als in weiteren. Z. B. wenn (Fig. 10) das Quecksilber im Gefäße ACBD bis mn reicht, und man die Glasröhre ab hineinstellt, so steht es in dieser nicht gleich hoch mit mn, sondern es reicht etwa bis rs. Diese Wirkung ist um so größer, je enger die Röhre ist. So wie nun das Quecksilber in der Röhre tiefer steht als es nach hydrostatischen Gesetze des äußeren Quecksilberdruckes wegen stehen sollte, so kann es auch in der Barometerröhre jene Höhe nicht erreichen, die es des Luftdruckes wegen einnehmen sollte. Diese Erscheinung ist die Ursache, aus welcher in gleich gut verfertigten Barometern die Länge der Quecksilbersäule nicht genau dieselbe ist, wenn die Durchmesser der Röhren verschieden sind. In engeren Röhren steht das Quecksilber immer tiefer als in weiteren.

2. Die Wärme dehnt alle Körper in ein größeres Volumen aus, die Kälte zieht sie in ein kleineres Volumen zusammen, folglich wird bei größerer Temperatur das Quecksilber im Barometer sich auch ausdehnen, mithin steigen, und bei verminderter fallen, obgleich der Luftdruck unverändert geblieben ist. Um daher die wahre Quecksilberhöhe zu erhalten, muß der beobachtete Barometerstand von beiden Einflüßen befreit, d. i. auf den wahren Stand reduzirt werden.

*) Gilb. Annal. B. 20. über die Reise auf den Großglockner.

§. 22. Die Wirkung der Capillarität ist eine Folge des dem Quecksilber anhängenden geringen Antheils von Luft und Wasser, wie Prof. Schmidt in Gießen, durch die Erfahrung dargethan hat *). Deßhalb ist die Capillarwirkung bei nicht ausgekochten Barometern am größten, bei gut ausgekochten minder, bei wiederhohlt sorgfältig ausgekochten fast ganz aufgehoben. Das äußere Kennzeichen der Capillarwirkung ist die halbkugelförmige Oberfläche des Quecksilbers in der Röhre. Bei Gefäßbarometern findet dieser Einfluß bloß in der Röhre Statt, da die Gefäße einen größeren Durchmesser haben, und die Capillarität für solche verschwindend klein ist. Bei Heberbarometern würde dieser Einfluß ganz wegfallen, wenn er an der Oberfläche des Quecksilbers in beiden Schenkeln gleich wäre. Indessen ist dieses nicht möglich, da der längere Schenkel luftleer seyn, der kürzere aber dem Zutritte der äußeren Luft, welche eben die Capillarwirkung hervorbringt, offen stehen muß; die Oberfläche im kürzeren Schenkel ist daher allzeit converer als im längeren. Diese Erscheinung zeigt neuerdings die Nothwendigkeit die Barometer sorgfältig auszukochen, und macht aufmerksam, daß Barometerröhren wenigstens dort, wo das Quecksilber spielt, die gleiche Weite haben sollen, damit der Einfluß der Capillarität nicht ungleich, nämlich am engeren Theile größer, am weiteren kleiner werde.

Die Gleichheit des Durchmessers läßt sich nach Deluc durch Calibriren finden, welches darin besteht, daß man durch die Röhre einen gut schließenden Stöpsel von Kork oder Papier, über dem etwas Quecksilber gegossen wird, mittelst eines Bindfadens zieht, und während des Durchziehens die Länge der kleinen Quecksilbersäule abmißt, welcher bei gleichem Durchmesser der Röhre die gleiche Länge haben muß.

§. 23. Um die Capillarität bei Barometer-Beobachtungen in Rechnung zu bringen, haben mehrere Naturforscher nachstehende Tafeln berechnet. Der berühmte Laplace und Bouvard berechneten solche Tafeln nach dem Durchmesser der Röhren; sie sind aber nicht zuverläßig, weil die erwähnte Wirkung außer dem Durchmesser von dem Auskochen und selbst der Beschaffenheit des Glases abhängt. Im Jahre 1818 machten Schleiermacher und Eckhart**) neue Tafeln bekannt, die nach der Höhe der Chorde ce (Fig. 11) des Meniscus, unter welchem die Höhe des Quecksilbers erscheint, berechnet sind. Sie geben die Größe an, welche bei jeder Chordenhöhe des Meniscus der Quecksilberoberfläche zum beobachteten Barometerstande zu addiren ist. Ich habe diese Tafeln von

*) Dessen Naturlehre §. 115.

**) Bibliotheque universelle. Cahier Mai.

Millimeter auf Pariser Maß, welches auf den Barometerscalen gewöhnlicher vorkömmt, reduzirt.

Wirkung der Capillarität in Barometerröhren					
Innerer Durchmesser der Röhre		Depression des Quecksilbers			
		nach Laplace		nach Bouvard	
in Mill.	in Par. Lin.	in Par. Lin.	in Millim.	in Par. Lin.	in Millim.
2	0,8866	1,5781	3,5599	2,0298	4,579
2,5	1,1082			1,5932	3,594
3	1,3298	1,2866	2,9023	1,2866	2,902
3,5	1,5514			1,0705	2,415
4	1,7732	0,9038	2,0388	0,9100	2,053
4,5	1,9948			0,7766	1,752
5	2,2165	0,6674	1,5055	0,6680	1,507
5,5	2,4381			0,5789	1,306
6	2,6598	0,5090	1,1482	0,5035	1,136
6,5	2,8814			0,4411	0,995
7	3,1031	0,3907	0,8813	0,3887	0,877
7,5	3,3247			0,3435	0,775
8	3,5464	0,3037	0,6851	0,3032	0,684
8,5	3,7680			0,2682	0,604
9	3,9897	0,2373	0,5354	0,2367	0,534
9,5	4,2113			0,2097	0,473
10	4,4330	0,1862	0,4201	0,1857	0,419
10,5	4,6546			0,1649	0,372
11	4,8763	0,1554	0,3506	0,1463	0,330
11,5	5,0979			0,1299	0,293
12	5,3196	0,1153	0,2602	0,1152	0,260
12,5	5,5412			0,1019	0,230
13	5,7629	0,0907	0,2047	0,0904	0,204
13,5	5,9845			0,0842	0,181
14	6,2062	0,0708	0,1597	0,0753	0,161
14,5	6,4278			0,0634	0,143
15	6,6495	0,0552	0,1245	0,0563	0,127
15,5	6,8711			0,0496	0,112
16	7,0928	0,0430	0,0970	0,0439	0,099
16,5	7,3144			0,0385	0,087
17	7,5361	0,0334	0,0754	0,0341	0,077
17,5	7,7577			0,0301	0,068
18	7,9794	0,0260	0,0586	0,0266	0,060
18,5	8,2010			0,0235	0,053
19	8,4227	0,0190	0,0430	0,0208	0,047
19,5	8,6443			0,0181	0,041
20	8,8660	0,0156	0,0352	0,0159	0,036
20,5	9,0876			0,0141	0,032
21	9,3092			0,0124	0,028

Capillardepression des Quecksilbers in Barometerröhren nach Schleiermacher und Eckhart.

Bei dem Durchmesser der Röhre	Bei der Chordenhöhe des Meniscus an der Oberfläche des Quecksilbers										
	a) in Millimetern.										
in Millim.	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,5	4,975	8,912	12,560	12,616							
1,0	1,262	2,450	4,377	5,581	6,098	6,171					
2,0	0,299	0,595	1,152	1,643	2,037	2,338	2,541	2,658	2,699	2,681	2,612
3,0	0,121	0,242	0,476	0,695	0,893	1,066	1,206	1,316	1,397	1,449	1,473
4,0	0,060	0,120	0,240	0,354	0,460	0,546	0,530	0,702	0,758	0,805	0,838
5,0	0,034	0,069	0,138	0,205	0,247	0,299	0,308	0,390	0,428	0,468	0,476
	b) in Pariser Linien.										
in Par. Lin.	0,0443	0,0886	0,1773	0,2660	0,3546	0,4433	0,5319	0,6206	0,7092	0,7979	0,8866
0,2216	2,2054	3,9507	5,5678	5,5926							
0,4433	0,5594	1,0861	1,9403	2,4740	2,7032	2,7356					
0,8866	0,1325	0,2637	0,5106	0,7283	0,9030	1,0364	1,1264	1,1783	1,1964	1,1885	1,1579
1,3299	0,0536	0,1152	0,2110	0,3080	0,3958	0,4725	0,5346	0,5834	0,6193	0,6423	0,6529
1,7732	0,0265	0,0532	0,1064	0,1569	0,2039	0,2420	0,2349	0,3112	0,3360	0,3568	0,3714
2,2165	0,0150	0,0306	0,0611	0,0908	0,1095	0,1325	0,1365	0,1729	0,1897	0,2074	0,2110

Gebrauch dieser Tafeln.

Um die Tafeln des Laplace und Bouvard anwenden zu können, ist es nothwendig den Durchmesser der Glasröhre im Lichten nach Pariser Linien oder nach Millimeter zu kennen. Man suche diesen Durchmesser in einer der zwei ersten Spalten, wo man ihn entweder ganz gleich oder annäherungsweise findet, dann fahre man mit dem Finger in der horizontalen Linie fort, um nach Laplace oder Bouvard die Depression des Quecksilbers zu finden, die man nach Millimeter nimmt, wenn der Barometerstand nach Millimeter, und in Pariser Linien, wenn der Barometerstand in Pariser Linien gegeben ist. Z. B. es sey der Durchmesser der Röhre 1½ Pariser Linien, so nehme man unter der Rubrik Durchmesser die nächste Zahl 1,5514, welcher nach Bouvard die Depression 1,0705 Pariser Linien entspricht. Diese wird zu dem beobachteten Barometerstand addirt. Wenn das Gefäß des Barometers nicht weit ist, oder bei Heberbarometern der kürzere Schenkel einen anderen Durchmesser hätte als der längere, so müßte diese Correction auch bei dem kürzeren Schenkel oder dem Gefäße gemacht werden; in diesem Falle zieht man die kleinere Correction von der größeren ab, und addirt erst den Rest zur beobachteten Barometerhöhe. Z. B. wenn das Gefäß den Durchmesser 9 Pariser Linien hätte, während für die Röhre der obige gilt, so wäre nach Bouvard die Correction für das Niveau im Gefäße 0,0141; und für die Röhre 1,0705 Pariser Linien. Man nehme den Unterschied beider Depressionen, und addire den Rest 1,0564 Pariser Linien zur beobachteten Höhe. Bei weiteren Gefäßen kann aber die Correction am Gefäße, da sie sehr klein ausfällt, übergangen werden. Wenn der Barometerstand im Wiener Maße gegeben wäre, so könnte die Correction nach den (§. 44) folgenden Reduktionstafeln auf Wiener Maß reduzirt werden.

Die zweite Tafel wird ebenso gebraucht; man sucht zuerst den Durchmesser der Röhre in der ersten Spalte, dann in der oberen Querzeile die Höhe der Chorde des Meniscus der Quecksilberoberfläche in der Röhre; nimmt jene Zahl, wo die horizontale mit der vertikalen Spalte zusammentrifft, und addirt sie zum beobachteten Barometerstande. Z. B. der Durchmesser der Röhre sey 1½ Pariser Linie, die Chordenhöhe des Meniscus ½ Linie; so nimmt man aus der Tafel den nächsten Durchmesser 1,3299 Linien, und in der obern Querzeile die nächste Chordenhöhe 0,5319; die horizontale und vertikale Spalte treffen bei der Zahl 0,5346 Pariser Linien zusammen, diese Zahl wird zu dem beobachteten Barometerstande addirt. Bei Heberbarometern ist die Correc-

tion allezeit in beiden Schenkeln zu machen (weil die Chordenhöhe ungleich ist), und die Differenz zu addiren. Diese Tafel läßt sich auf Wiener Maß nach §. 44 leicht reduziren, wenn die Barometerscale die Theilung nach dem Wiener Maße hätte.

Es ist ersichtlich, daß die Correction wegen der Capillarität wenig beträgt. Bei gut ausgekochten Barometern kann sie daher übergangen werden, wenn man die Höhe der Quecksilbersäule bis zu dem höchsten Punkte der gewölbten Oberfläche oder bis zu der horizontalen Tangente dieses Punktes mißt. Z. B. wenn die Oberfläche des Quecksilbers mit dem Meniscus mcn (Fig. 11) endet, so wird die Höhe bis zu dem obersten Punkte c gemessen, daher der Nonius mit dem Absehen in der Richtung der horizontalen Tangente abc eingestellt.

§. 24. Einflußreicher als die Capillarität ist auf die Quecksilberhöhe im Barometer die Temperatur (§. 21). Diese macht eine zweite Correction nothwendig, welche darin besteht, daß man von dem beobachteten Barometerstande so viel abzieht, als von der Ausdehnung des Quecksilbers durch Erwärmung herrührt, oder zu demselben so viel addirt, als die Verkürzung wegen der Abkühlung beträgt. Diese Correction setzt die Beobachtung der Quecksilberwärme im Barometer mittelst eines Thermometers und die Annahme einer Normaltemperatur, bei welcher weder etwas abzuziehen, noch zu addiren ist, voraus.

B. Das Thermometer.

§. 25. Der Grad der einem Körper zukommenden Wärme, heißt dessen Temperatur und die Instrumente zur Bestimmung der Temperatur, heißen Thermometer, Wärmemesser. (θερμη Wärme, μετρον Maß.) Sie beruhen auf der allgemeinen Eigenschaft der Körper, durch Wärme in ein größeres Volumen ausgedehnt und durch Kälte in ein kleineres Volumen zusammengezogen zu werden. Die wesentlichen Theile eines Thermometers sind:

a) eine enge Glasröhre mit einem kugelförmigen oder auch cylindrischen Gefäße, b) die thermometrische Flüßigkeit, welche gewöhnlich Quecksilber oder Weingeist ist, und c) die Scale.

Bei der Wahl der Glasröhren hat man auf die Beschaffenheit und Dicke des Glases nach §. 11 zu sehen. Die Weite ist hinreichend, wenn sie 1/4 Linie Durchmesser haben; aber sie sollen durchaus gleich weit und nach §. 22 calibrirt seyn. An die calibrirte Röhre wird eine Kugel angeblasen, deren Durchmesser mit dem Durchmesser der

Röhre und dem verlangten Fundamentalabstande im Verhältnisse stehen soll. Das Quecksilber für Thermometer muß rein und die Röhre trocken seyn, wie §. 13 für Barometer. Das Füllen der Kugel mit Quecksilber geschieht am leichtesten vermittelst des Luftdruckes nach folgendem Verfahren. Man halte die Kugel sammt der Röhre über glühende Kohlen, oder führe sie durch die Flamme einer Weingeistlampe, damit die Luft aus der Kugel entweiche und verdünnt werde. Nun tauche man die Mündung der Röhre unter Quecksilber, welches nach erfolgter Wiederabkühlung der in der Kugel befindlichen verdünnten Luft, von dem Drucke der äußeren dichteren Luft in die Kugel getrieben wird. Wiederhohlt man die Erwärmung der Röhre und benützt man den Luftdruck, wie vorher, so kann die Kugel und ein Theil der Röhre mit Quecksilber gefüllt werden. Darnach wird das Quecksilber in der Kugel erhitzt, um es von der anhängenden Luft und Feuchtigkeit zu befreyen, wie §. 13, und wenn dieses glücklich abgegangen ist, so ist der Raum über dem Quecksilber luftleer zu machen, und die Röhre luftdicht zu verschließen. Zu diesem Zwecke zieht man das Ende der Röhre an der Lampe in eine Spitze aus, treibt das Quecksilber in der Röhre durch das Kochen bis zu dieser Spitze und schmelzt dieselbe an der Lampe zu. In luftleeren Thermometern fließt das Quecksilber, wenn man sie umdreht, aus der Kugel bis an das Ende der Röhre mit derselben Leichtigkeit, als es in der aufrechten Lage wieder zurückfließt. Einige Künstler schmelzen die Röhre schon zu, wenn das Quecksilber bloß in der Hitze des siedenden Wassers gestiegen ist, ohne die Luft vollends ausgetrieben zu haben; an der Wirkung wird nichts geändert, weil die Luft in der Röhre durch die Siedhitze stark verdünnt wird, und in diesem Zustande auf das Quecksilber keinen merklichen Druck ausübt, noch dasselbe oxydirt.

§. 26. Ein so weit fertiges Thermometer wird mit einer Scale versehen. Zu diesem Ende müssen zuerst zwei fixe Punkte bestimmt werden, deren einer der Aufthauungspunkt des Eises oder Eispunkt, der andere der Siedpunkt des Wassers ist. Der Eispunkt wird bestimmt, indem man die Kugel des Thermometers in Schnee oder zerstoßenes Eis, welches zu schmelzen beginnt oder mit Wasser durchzogen ist, stellt, und so lange darin läßt, bis das Quecksilber nicht mehr sinkt. Das nunmehrige Niveau des Quecksilbers wird an der Röhre mit einem Faden vorläufig bemerkt. Der Siedpunkt des Wassers wird bestimmt, indem man die Kugel in reines siedendes Wasser (Regen- oder destillirtes Wasser) hält, und so lange darin läßt, bis das Quecksilber nicht mehr steigt. Das Niveau des Quecksilbers

wird wieder an der Röhre vorläufig bemerkt. Der Abstand dieser zwei Punkte, welcher der Fundamentalabstand der Scale heißt, wird in gleiche Theile, welche man Grade nennt, eingetheilt und zwar nach Reaumur in 80, nach Celsius in 100. Beim Eispunkte steht die Null, beim Siedpunkte die Zahl 80 oder 100. Reaumur machte die Eintheilung in 80 Grade, weil er bemerkte, daß Weingeist, den er als thermometrische Materie wählte, von dem Eispunkte bis zum Siedpunkte erwärmt, um 80 Theile seines Volumens sich ausdehnt. In der Folge hat man den Weingeist mit Quecksilber verwechselt, die Scale von 80 Graden aber beibehalten. Celsius wählte für das Quecksilberthermometer die 100gradige Scale der oft leichteren Rechnung wegen. Eine dritte Scale ist jene des Fahrenheit, der anfangs den Fundamentalabstand in 180 Theile eintheilte, weil er beobachtete, daß das Quecksilber um 180 Theile seines Volumen bei der Erwärmung vom Eispunkte bis zum Siedpunkte sich ausdehnt. Später erfand er ein Mittel, die Kälte des Eises oder Schnees durch Beimischung von Salmiak und Wasser so zu vergrößern, daß in dieser Mischung sein Thermometer um 32 Grad unter den Eispunkt sank. Diese Erscheinung bewog ihn, den Nullpunkt seiner Scale um 32 Grade tiefer zu stellen und beim natürlichen Eispunkte die Zahl 32, beim Siedpunkte 212, und bei seinem künstlichen Eispunkte die Null zu setzen. In Fig. 12 sind die drei Scalen nebeneinander. Man kann die Scale auch über den Siedpunkt des Wassers fortsetzen, wenn die Röhre lang genug ist, man muß sie aber unter den Nullpunkt fortsetzen, um mindere Temperaturen beobachten zu können. Zu diesem Behufe fängt man unter 0° wieder mit 1 an, und fährt bis zur Kugel fort. Diese Grade bezeichnet man mit dem Zeichen —, damit sie von den Graden ober der Null unterschieden werden. Man heißt diese positive oder Wärmegrade, jene aber zum Unterschiede negative oder Kältegrade. Die Scale wird gewöhnlich auf Messing oder Beinglas, das zugleich als Fassung der Röhre dient, oder auf Papier, das in eine eigene geschlossene mit dem Thermometer verbundene Glasröhre gesteckt wird, mittelst einer Theilmaschine verzeichnet, oder auch in die Thermometerröhre selbst eingeschnitten. Die Theilstriche der Scale sollen unter der Röhre ganz durchgezogen erscheinen und gleich dick seyn. Der Nonius ist an der Thermometerscale nicht üblich, weil man das Instrument vor der Beobachtung nicht berühren darf. Elfenbein, unlackirtes Holz sollen zu Scalen nicht verwendet werden, weil diese Materien durch den Einfluß der Feuchtigkeit sich ändern.

Weilhöfer in Wien verfertiget Thermometer, auf deren Scale jeder Grad in 5 Theile abgetheilt ist, so zwar, daß man ¹/₅° R. ablesen und ¹/₁₀° R. mit dem Augenmaße sicher beobachten kann.

§. 27. Die Thermometer haben bei uns die Scale nach Reaumur, in Frankreich und Schweden ist die Scale des Celsius, in England die Scale des Fahrenheit die gebräuchlichste. Zur Bequemlichkeit haben auch manche Thermometer zwei dieser Scalen, um die Anzahl der Grade auf der einen oder anderen ablesen zu können. Es ist nicht schwer, eine Scale auf die andere durch Rechnung zu reduziren; den Lesern wird diese durch die nachstehenden Reduktionstafeln, welche ich bis auf 0,009° ausdehnte, erspart.

Tafeln zur Reduktion der Thermometerscalen.

I. Reduktion der hunderttheiligen Scale oder C. auf die 80theilige oder R.						Reduktion der Bruchtheile von 0,1 bis 0,009 C. auf R.			
C.	R.	C.	R.	C.	R.	C.	R.	C.	R.
0	0,00	19	15,20	38	30,40	0,1	0,08	0,06	0,048
1	0,80	20	16,00	39	31,20	0,2	0,16	0,07	0,056
2	1,60	21	16,80	40	32,00	0,3	0,24	0,08	0,064
3	2,40	22	17,60	41	32,80	0,4	0,32	0,09	0,072
4	3,20	23	18,40	42	33,60	0,5	0,40	0,001	0,0008
5	4,00	24	19,20	43	34,40	0,6	0,48	0,002	0,0016
6	4,80	25	20,00	44	35,20	0,7	0,56	0,003	0,0024
7	5,60	26	20,80	45	36,00	0,8	0,64	0,004	0,0032
8	6,40	27	21,60	46	36,80	0,9	0,72	0,005	0,0040
9	7,20	28	22,40	47	37,60	0,01	0,008	0,006	0,0048
10	8,00	29	23,20	48	38,40	0,02	0,016	0,007	0,0056
11	8,80	30	24,00	49	39,20	0,03	0,024	0,008	0,0064
12	9,60	31	24,80	50	40,00	0,04	0,032	0,009	0,0072
13	10,40	32	25,60	51	40,80	0,05	0,040		
14	11,20	33	26,40	52	41,60				
15	12,00	34	27,20	53	42,40				
16	12,80	35	28,00	54	43,20				
17	13,60	36	28,80	55	44,00				
18	14,40	37	29,60						

II. Reduktion der Scale nach Fahrenheit auf die Scale nach R.

F.	R.	F.	R.	F.	R.	F.	R.
−25	−25,33	+15	−7,55	+55	+10,22	+ 95	+28,00
−24	−24,88	+16	−7,11	56	10,66	96	28,44
−23	−24,44	+17	−6,66	57	11,11	97	28,88
−22	−24,00	+18	−6,22	58	11,55	98	29,33
−21	−23,55	+19	−5,77	59	12,00	99	29,77
−20	−23,11	+20	−5,33	60	12,44	100	30,22
−19	−22,66	+21	−4,88	61	12,88	101	30,66
−18	−22,22	+22	−4,44	62	13,33	102	31,11
−17	−21,77	+23	−4,00	63	13,77	103	31,55
−16	−21,33	+24	−3,55	64	14,22	104	32,00
−15	−20,88	+25	−3,11	65	14,66	105	32,44
−14	−20,44	+26	−2,66	66	15,11	106	32,88
−13	−20,00	+27	−2,22	67	15,55	107	33,33
−12	−19,55	+28	−1,77	68	16,00	108	33,77
−11	−19,11	+29	−1,33	69	16,44	109	34,22
−10	−18,66	+30	−0,88	70	16,88	110	34,66
− 9	−18,22	+31	−0,44	71	17,33	111	35,11
− 8	−17,77	+32	0,00	72	17,77	112	35,56
− 7	−17,33	+33	+0,44	73	18,22	113	36,00
− 6	−16,88	+34	+0,88	74	18,66	114	36,44
− 5	−16,44	+35	+1,33	75	19,11	115	36,88
− 4	−16,00	+36	+1,77	76	19,55	116	37,33
− 3	−15,55	+37	+2,22	77	20,00	117	37,77
− 2	−15,11	+38	+2,66	78	20,44	118	38,22
− 1	−14,66	+39	+3,11	79	20,88	119	38,66
0	−14,22	+40	+3,55	80	21,33	120	39,11
+ 1	−13,77	+41	+4,00	81	21,77	121	39,55
+ 2	−13,33	+42	+4,44	82	22,22	122	40,00
+ 3	−12,88	+43	+4,88	83	22,66	123	40,44
+ 4	−12,44	+44	+5,33	84	23,11	124	40,88
+ 5	−12,00	+45	+5,77	85	23,55	125	41,33
+ 6	−11,55	+46	+6,22	86	24,00	126	41,77
+ 7	−11,11	+47	+6,66	87	24,44	127	42,22
+ 8	−10,66	+48	+7,11	88	24,88	128	42,66
+ 9	−10,22	+49	+7,55	89	25,33	129	43,11
+10	− 9,77	+50	+8,00	90	25,77	130	43,55
+11	− 9,33	+51	+8,44	91	26,22	131	44,00
+12	− 8,88	+52	+8,88	92	26,66		
+13	− 8,44	+53	+9,33	93	27,11		
+14	− 8,00	+54	+9,77	94	27,55		

Reduktion der Bruchtheile von 0,1 bis 0,009 F. auf R.							
F.	R.	F.	R.	F.	R.	F.	R.
0,1	0,04	0,8	0,36	0,05	0,022	0,003	0,0013
0,2	0,09	0,9	0,40	0,06	0,027	0,004	0,0018
0,3	0,13	1,0	0,44	0,07	0,031	0,005	0,0022
0,4	0,18	0,01	0,004	0,08	0,036	0,006	0,0027
0,5	0,22	0,02	0,009	0,09	0,040	0,007	0,0031
0,6	0,27	0,03	0,013	0,001	0,0004	0,008	0,0036
0,7	0,31	0,04	0,018	0,002	0,0009	0,009	0,0040

III. Reduktion der Scale des Reaumur auf die hunderttheilige Scale oder C.						Reduktion der Bruchtheile von 0,1 bis 0,009 R. auf C.			
R.	C.	R.	C.	R.	C.	R.	C.	R.	C.
0	0,	15	18,75	30	37,50	0,1	0,125	0,06	0,075
1	1,25	16	20,00	31	38,75	0,2	0,250	0,07	0,087
2	2,50	17	21,25	32	40,00	0,3	0,375	0,08	0,100
3	3,75	18	22,50	33	41,25	0,4	0,500	0,09	0,112
4	5,00	19	23,75	34	42,50	0,5	0,625	0,001	0,001
5	6,25	20	25,00	35	43,75	0,6	0,750	0,002	0,002
6	7,50	21	26,25	36	45,00	0,7	0,875	0,003	0,003
7	8,75	22	27,50	37	46,25	0,8	1,000	0,004	0,005
8	10,00	23	28,75	38	47,50	0,9	1,125	0,005	0,006
9	11,25	24	30,00	39	48,75	0,01	0,012	0,006	0,007
10	12,50	25	31,25	40	50,00	0,02	0,025	0,007	0,008
11	13,75	26	32,50	41	51,25	0,03	0,037	0,008	0,010
12	15,00	27	33,75	42	52,50	0,04	0,050	0,009	0,011
13	16,25	28	35,00	43	53,75	0.05	0,062		
14	17,50	29	36,25	44	55,00				

Der Gebrauch dieser Tafeln ergiebt sich aus folgenden Beispielen.

a) Am Montblanc wurde die Lufttemperatur — 2,3 R. beobachtet, wie viel beträgt dieselbe nach der Scale des Celsius?

In der ersten Spalte R. der Tafel III findet man die Zahl 2, und in der nebenstehenden Spalte C. den Werth 2,50; eben so findet man in der Tabelle der Bruchtheile für 0,3 R. den Werth 0,375, folglich ist die gesuchte Größe = 2,50 + 0,375 = 2,875° C. und zwar mit dem negativen Zeichen, weil die in Frage stehende Größe dieses Zeichen hat, oder — 2,3° R. = — 2,875° C.

b) Man reduzire — 2,875° C. auf Grade nach Reaumur.

Man suche in der Spalte C. der Tafel I die Zahl 2, die Bruchtheile 0,8; 0,07; und 0,005, und addire die unter R. nebenstehenden Werthe: 1,60 + 0,64 + 0,056 + 0,004, die Summe 2,3 und zwar mit dem negativen Zeichen, weil die gegebene Größe dieses Zeichen hat, ist die fragliche Grö-

ße, oder — 2,875° C. = — 2.3° R. Wenn die gegebene Größe in diesen Beispielen das Zeichen + hätte, so würde die gefundene Größe dasselbe Zeichen erhalten, weil die Scalen nach R. und C. denselben Fundamentalabstand haben.

c) Wie viel betragen 80,056° F. in Graden nach R.? In der ersten Spalte F. der Tafel II suche man die Zahlen 80; 0,05; und 0,006; die unter R. nebenstehenden Werthe addirt, oder 21,33 + 0,022 + 0,0027 geben die Summe 21,3547 oder 21,355, welche die gesuchte Größe ist.

d) Es sind + 25,981 F. auf Grade nach R. zu reduziren. In der ersten Spalte der Tafel II findet man die Zahlen + 25; 0,9; 0,08; 0,001; die neben unter R. stehenden Werthe sind: — 3,11; 0,40; 0,036; 0 0,0004; deren Summe — 3,5464 ist die fragliche Größe. Warum die Decimalstellen das Zeichen der ganzen Zahl haben, ist für sich klar; warum aber + 25,981 F. = — 3,5464 R., erklärt sich, wenn man erwägt, daß Fahrenheit 32 Grade unter dem natürlichen Eispunkte noch das positive Zeichen setzt, während Reaumur und Celsius schon das entgegengesetzte Zeichen gebrauchen.

Die Reduktion der Scale des R. und des C. auf die Scale des F. wird hier übergangen, weil diese auf dem Continente nicht üblich ist. Die Tafel enthält die Reduktionen nur von 0 bis 55° C., weil höhere Temperaturen bei Beobachtungen der Luftwärme kaum vorkommen.

§. 28. Die **Richtigkeit** der Thermometerscale hängt von der Richtigkeit der Bestimmung des Fundamentalabstandes ab. Leicht und sicher ist die Bestimmung des Eispunktes oder des Nullpunktes der Scale, weil aufthauendes Eis immer und überall dieselbe Temperatur hat. Schwieriger ist die Bestimmung des Siedpunktes, indem die Hitze des siedenden Wassers nicht immer und überall dieselbe ist, sondern von manchen Umständen als: der Materie des Gefäßes, dem Luftdrucke, und der Tiefe der siedenden Wasserschichte abhängt. Die Erfahrung lehrt, daß die **Siedhitze** in gläsernen oder thönernen Gefäßen größer als in metallenen ist, daß in demselben Gefäße die tiefer liegenden Schichten heißer sind, als die der Oberfläche näheren, und daß mit dem Luftdrucke die Siedhitze sich ändert, so zwar, daß wenn jener zu- oder abnimmt, auch diese zu- oder abnimmt.

Die folgenden Tafeln nach **Deluc***), **Gren** und **Kämtz** geben für den verschiedenen Luftdruck die Hitze des siedenden Wassers in R. Graden an, und liefern zugleich den Beweis, wie sehr die Hitze des siedenden Wassers durch die Größe des Luftdruckes bedingt ist.

*) Die Sechzehntel Linien habe ich in nebenstehender Tafel auf Hundertel Linien reduzirt.

Temperatur des siedenden Wassers bei gegebenen Barometerständen nach Deluc und Gren. *)

Barometerstand in P. M. Z.	L.	Siedpunkt R.°	Barometerstand in P. M. Z.	L.	Siedpunkt R.°	Barometerstand in P. M. Z.	L.	Siedpunkt R.°
28	5,13	80,30	25	0,0	77,61	5	3,0	49,0
28	5,0	80,29	24	10,56	77,44	5	2,0	48,5
28	2,25	80,14	24	5,94	77,04	4	10,0	47—47,5
28	1,13	80,03	24	1,06	76,70	4	4,0	45,5
28	0,0	80,00	23	8,13	76,43	3	11,0	44
27	11,0	79,94	23	4,40	76,14	3	9,0	43
27	10,0	79,90	22	11,88	75,80	3	5,0	42
27	9,44	79,84	21	10,44	74,74	3	2,0	41,25
27	6,44	79,61	20	4,94	73,21	3	1,0	40
27	5,19	79,53	19	7,94	72,50	2	11,0	39—39,5
27	0,31	79,22	14	6,5	67,0	2	9,0	38
26	8,88	78,93	8	0,0	56—57	2	3,0	35
26	4,94	78,83	7	8,5	55,5	2	1,0	33,75
26	3,94	78,73	7	0,0	54	1	11,0	32
26	0,0	78,44	6	1,0	51,5	1	9,0	31
25	11,44	78,42	5	5,5	50,5	1	6,0	29,5

Temperatur des siedenden Wassers bei gegebenen Barometerständen nach Kämtz **).

Baromet. in P. M. Z.	L.	Siedhitze in R.°	Baromet. in P. M. Z.	L.	Siedhitze in R.°	Baromet. in P. M. Z.	L.	Siedhitze in R.°
28	6	80,396	27	3	79,397	26	0	78,360
28	5	80,330	27	2	79,329	25	11	78,290
28	4	80,264	27	1	79,261	25	10	78,220
28	3	80,198	27	0	79,192	25	9	78,149
28	2	80,132	26	11	79,124	25	8	78,078
28	1	80,066	26	10	79,055	25	7	78,007
28	0	80,000	26	9	78,986	25	6	77,935
27	11	79,934	26	8	78,917	25	5	77,863
27	10	79,867	26	7	78,848	25	4	77,791
27	9	79,800	26	6	78,779	25	3	77,719
27	8	79,733	26	5	78,710	25	2	77,647
27	7	79,666	26	4	78,640	25	1	77,574
27	6	79,599	26	3	78,570	25	0	77,501
27	5	79,532	26	2	78,500	24	11	77,428
27	4	79,465	26	1	78,430			

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1820.
**) Schweigger Journal für Ch. und Ph. B. 42.

Diese Umstände hat der Künstler zu berücksichtigen, der genaue und übereinstimmende Thermometer verfertigen will; er wird daher das Wasser zur Bestimmung des Siedpunktes in einem Metallgefäße sieden, die Kugel jedes Thermometers gleich tief in das siedende Wasser einsenken, und den Siedpunkt nur bei dem Barometerstande von 28 P. Zoll bestimmen oder auf diesen Luftdruck reduziren müssen, wenn bei der Bestimmung des Siedpunktes ein anderer Barometerstand Statt gefunden hätte. Nach den Beobachtungen, die Egen auf nicht gar zu hohen Stationen anstellte, ändert sich der Siedpunkt um $\frac{887}{10000} = 0{,}0887$ eines Grades, wenn sich der Barometerstand um 1 W. L. oder 0,97313 P. L. ändert; folglich um 0,0911°, wenn die Aenderung des Barometerstandes eine Linie P. M. beträgt. Wäre z. B. der Barometerstand 26 Z. 3 L. W. M., mithin um 21 L. unter dem Normalbarometerstande, so müßte man den gefundenen Siedpunkt um $0{,}0887 \times 21 = 1{,}8627°$ erhöhen, damit er dem Normalbarometerstande entspreche; wäre er hingegen 28 Z. 6 L., so müßte man ihn zu demselben Zwecke, um $0{,}0887 \times 6 = 0{,}5322°$ zurücksetzen. Der Künstler hätte demnach die nach §. 26 gemachte Scale nur als vorläufig anzusehen, sie mit der dem Luftdrucke entsprechenden Größe zu verlängern oder zu verkürzen, und dann erst mit der Theilmaschine zu vollenden.

§. 29. Weingeistthermometer werden nach denselben Regeln verfertiget, wie die Quecksilberthermometer, sie stimmen aber mit diesen nur bei der Temperatur des aufthauenden Eises und des siedenden Wassers überein; bei Temperaturen unter 0 stehen sie höher, und bei Temperaturen ober 0 tiefer als die Quecksilberthermometer, weil der Weingeist in derselben Wärme eine andere Ausdehnung oder in derselben Kälte eine andere Zusammenziehung erleidet als das Quecksilber.

Folgende Tafeln geben den Werth der Grade des Weingeistthermometers in Graden des Quecksilberthermometers nach den Versuchen an, welche Deluc von 0 bis 80° R., Luz von — 15 bis 80° R., und Wildt von — 20 bis 80° R. angestellt haben, und den Werth der Grade des Quecksilberthermometers in Graden des Weingeistthermometers nach den Versuchen von Körner.

Reduktion der Grade des 80theiligen Weingeistthermometers auf Grade des 80theiligen Quecksilberthermometers.

Wein geist Ther.	Quecksilberthermometer nach			Wein geist Ther.	Quecksilberthermometer nach		
	Deluc	Luz	Wildt		Deluc	Luz	Wildt
—20			—29,54	11	13,59	13,59	13,74
—19			—27,86	12	14,75	14,75	14,82
—18			—26,18	13	15,91	15,91	15,97
—17			—24,51	14	17,07	17,07	17,12
—16			—22,92	15	18,23	18,17	18,27
—15		—20,69	—21,33	16	19,39	19,32	19,41
—14		—19,15	—19,74	17	20,52	20,47	20,54
—13		—17,61	—18,24	18	21,64	21,62	21,67
—12		—16,07	—16,74	19	22,76	22,77	22,79
—11		—14,68	—15,24	20	23,88	23,92	23,91
—10		—13,29	—13,78	21	25,00	25,07	25,03
— 9		—11,91	—12,35	22	26,08	26,22	26,10
— 8		—10,53	—10,93	23	27,15	27,36	27,17
— 7		— 9,16	— 9,51	24	28,22	28,50	28,23
— 6		— 7,81	— 8,13	25	29,29	29,64	29,29
— 5		— 6,46	— 6,75	26	30,37	30,74	30,35
— 4		— 5,13	— 5,37	27	31,45	31,84	31,41
— 3		— 3,84	— 4,00	28	32,52	32,93	32,47
— 2		— 2,56	— 2,66	29	33,59	34,02	33,53
— 1		— 1,28	— 1,33	30	34,66	35,11	34,59
0	0,00	0,00	0,00	31	35,70	36,15	35,00
+ 1	+ 1,29	+ 1,29	+ 1,29	32	36,75	37,19	36,62
2	2,57	2,57	2,57	33	37,80	38,23	37,63
3	3,85	3,85	3,85	34	38,85	39,27	38,64
4	5,13	5,13	5,13	35	39,89	40,31	39,65
5	6,38	6,38	6,37	36	40,87	41,34	40,64
6	7,63	7,63	7,61	37	41,85	42,37	41,63
7	8,87	8,87	8,85	38	42,83	43,40	42,61
8	10,11	10,11	10,09	39	43,81	44,43	43,59
9	11,27	11,27	11,28	40	44,78	45,45	44,57
10	12,43	12,43	12,46	80	80,00	80,00	80,00

Nach Körner sind die dem Quecksilberthermometer entsprechenden Grade am Weingeistthermometer.

Quecksilbertherm.	Weingeisttherm.	Quecksilbertherm.	Weingeisttherm.	Quecksilbertherm.	Weingeisttherm.	Quecksilbertherm.	Weingeisttherm.
80	80	55	51,7	30	26,5	5	4,2
75	73,8	50	46,6	25	21,9	0	0,0
70	67,8	45	41,2	20	17,3	— 5	— 4,1
65	61,9	40	36,3	15	12,8	—10	— 8,0
60	56,2	35	31,3	10	8,4		

§. 30. Die Güte eines Thermometers hängt von der Berücksichtigung der erwähnten Umstände bei der Verfertigung derselben ab. Ein Thermometer, zwischen dessen Quecksilber Luftblasen sind, ist unbrauchbar, weil für die getrennte Quecksilbersäule die Scale nicht paßt. Um die dem äußeren Anscheine nach entsprechenden Thermometer zu prüfen, ist es nothwendig, die Richtigkeit der fixen Punkte nach §§. 26 und 28 zu untersuchen, dann sich zu überzeugen, ob die Grade der Scale einander gleich sind, und ob die Röhre kalibrirt sey. Zu letzterem Zwecke suche man durch Neigung der Röhre oder durch Erhitzung einer Stelle der Röhre über einer Weingeistlampe einen Theil des Quecksilbers in der Röhre zu trennen, und dessen Länge zu messen; dann lasse man den getrennten Theil längs der Röhre langsam fließen, wobei man wieder die genannte Länge mißt. Ist diese immer dieselbe, so ist die Röhre kalibrirt und die Scale muß gleiche Grade haben. Einfacher wird die Prüfung eines Thermometers gemacht, wenn man es mit einem anerkannt richtigen Instrumente unter verschiedenen Temperaturen vergleicht. Oft sind die Unterschiede verschiedener Thermometer nur scheinbar und rühren her, von der Verschiedenheit des Materials der Scale, z. B. wenn die eine von Holz, die andere von Metall wäre; von dem Orte, wo das Instrument angebracht ist, z. B. von der höheren oder niederen Lage gegen die Erdoberfläche, von dem Schutze nahe stehender Gebäude oder einer dem Luftzuge ausgesetzten Lage; endlich von der Zeit der Beobachtung. Es gilt hier die allgemeine Regel: die Instrumente immer unter einerlei Zu- und Umständen zu beobachten, wenn man zuverläßige Resultate erlangen will.

Man hat schon beobachtet, daß übereinstimmende Thermometer nach einiger Zeit von einander abweichen und vorzüglich, daß der Aufthauungspunkt oder 0° etwas höher zu stehen komme. Diese Erscheinung dürfte wohl von dem äußeren Luftdrucke

herrühren, der das Quecksilbergefäß verkleinert und dadurch die Flüßigkeit steigen macht. Deßwegen ist den Künstlern zu rathen, die bereits gefüllten und verschlossenen Thermometer erst nach einer längeren Zeit mit der Scale zu versehen, damit der äußere Luftdruck auf das Gefäß seine Einwirkung, die doch der unvollkommenen Elastizität des Glases wegen endlich ihre Gränze erreicht, vor der Verfertigung der Scale ausübe. Auch wurde beobachtet, daß vertikalhängende Thermometer immer etwas tiefer stehen, als geneigte oder gar horizontal liegende. Die Ursache dessen ist, weil der Druck des Quecksilbers die Kugel ausdehnt, und der Druck in vertikaler Richtung jenen in schiefer oder horizontaler Lage an Größe übertrifft.

Ueber Thermometer findet man das Ausführliche bei: Luz, Anweisung zur Verfertigung der Thermometer, Nürnberg 1781; Körner, Anleitung zur Verfertigung übereinstimmender Thermometer u. s. w., Jena 1824; Baumgartner Supplementband zur Naturlehre, und in den physikalischen Wörterbüchern des Fischer und Gehler, Artikel »Thermometer.«

C. Correction des Barometerstandes wegen der Wärme.

§. 31. Gleichwie das Quecksilber im Thermometer bei zunehmender Wärme sich ausdehnt und steigt, bei abnehmender sich zusammenzieht und fällt, so muß auch die Quecksilbersäule im Barometer bei steigender Wärme länger, bei abnehmender kürzer werden, ungeachtet der Luftdruck sich nicht ändert. Der beobachtete Barometerstand ist daher dem Luftdrucke nicht angemessen, sondern zu groß oder zu klein, wenn er nicht von dem Einfluße der Wärme durch eine Correction unabhängig gemacht wird. Für diese Correction ist 1) die Festsetzung eines Normalthermometerstandes nothwendig, bei welchem die Quecksilbersäule im Barometer die dem Luftdrucke entsprechende, von der Wärme unabhängige, Höhe hat. Die meisten Naturforscher nehmen gegenwärtig als Normalthermometerstand die Temperatur des aufthauenden Eises oder 0 R. an, sowohl, weil diese bei Rechnungen Vorzüge vor der Annahme von 10° R. oder 12° C. nach Stark und Biot hat, als auch, weil sie konstant ist (§. 28); 2) ist es nothwendig, an dem Barometer ein Thermometer und zwar so nahe als möglich an der Barometerröhre anzubringen, damit es die Temperatur des Quecksilbers im Barometer anzeigen könne. Man könnte dieses Thermometer das fixe oder Correctionsthermometer nennen.

§. 32. Die Größe dieser Correction, welche Deluc

zuerst *) einführte, haben Dulong und Petit sehr genau bestimmt, indem sie über die Ausdehnung des Quecksilbers Versuche anstellten und fanden, daß eine Quecksilbersäule, deren Länge bei der Temperatur des Eispunktes gegeben ist, für jeden Grade über dem Nullpunkt der Reaumurschen Scale um $\frac{1}{4440}$ dieser Länge steige, für jeden Grad unter dem Eispunkte um eben so viel falle. Wenn daher die bei dem Eispunkte beobachtete Barometerhöhe b heißt, die Temperatur + t Grade R. beträgt, so ist von b die Größe $\frac{bt}{4440}$ abzuziehen; wenn aber die Temperatur — t Grade R. Statt findet, so ist zu b die Größe $\frac{bt}{4440}$ zu addiren. Der allgemeine Ausdruck für die corrigirte Barometerhöhe kann demnach durch die Formel $b \mp \frac{bt}{4440}$ dargestellt werden, in welcher b und t die oben angegebenen Werthe haben.

Für diese Correction ist zu bemerken, daß die Barometerhöhe in einem gleichartigen Maße, nämlich in Zollen und deren Bruchtheilen, oder in Linien und deren Bruchtheilen oder in Millimetern und deren Bruchtheilen ausgedrückt werden müsse.

§. 33. Die Anwendung der obigen Formel zeigen folgende Beispiele: Es sey der beobachtete Barometerstand 26″ 4,5‴; die Tempertertur des fixen Thermometers + 16,2° R.; 26 Zolle sind = 312‴; folglich die Quecksilberhöhe 312‴ + 4,5‴ = 316,5‴ oder in der Formel = b. Wenn man die Werthe für b und t in der Formel substituirt, so ist

$$b - \frac{bt}{4440} = 316,5''' - \frac{316,5''' \times 16,2^{\circ}}{4440} = 316,5''' - 1,154''' = 315,346''',$$

oder (weil 315‴ = 26″ 3‴) die corrigirte Brrometerhöhe = 26″ 3,346‴. Für die Temperatur 16,2° R. unter dem Eispunkte hätte man die Correction zu addiren und der corrigirte Barometerstand wäre 316,5‴ + 1,154‴ = 317,654‴ oder (da 317‴ = 26″ 5‴) 26″ 5,654‴. Man sieht, daß die corrigirte Höhe von der beobachteten sich merklich unterscheidet und daher diese Correction bei Beobachtungen, die der Wissenschaft dienen sollen, nicht vernachläßiget werden darf.

Anstatt den Barometerstand auf Linien zu reduziren, könnte man die Linien auf Bruchtheile von Zollen bringen.

*) Recherches sur les modifications de l'atmosphère, Genevre 1772.

Es sind 4‴ = 0,3332″ und 0,5‴ = 0,0416″, mithin 4,5‴ = 0,3748″ und daher 26″ 4,5‴ = 26,4748″.

Dieser Werth in der Correctionsformel substituirt giebt

$$b - \frac{bt}{4440} = 26{,}3748 - \frac{26{,}3748 \times 16{,}2^{\circ}}{4440} = 26{,}3748''$$

$- 0{,}09623'' = 26{,}27857''$ für die **corrigirte** in Zollen ausgedrückte Barometerhöhe, wenn das fixe Thermometer 16,2° R. über dem Eispunkte anzeigt. Für dieselbe Temperatur unter dem Eispunkte müßte die Correction, wie oben, addirt werden.

§. 34. Die oben aufgestellte **Correctionsformel** gilt für die Scale nach **Reaumur**. Für den Fall, daß das fixe Thermometer die Scale nach **Celsius** hätte, müßte sie in $b \mp \frac{bt}{5550}$ umgestaltet werden, weil nach **Dulong** und **Petit** die Quecksilberhöhe für jeden Grad **Celsius** um $\frac{1}{5550}$ jener Länge sich ausdehnt, die ihr bei der Temperatur des Eispunktes zukommt. Uebrigens macht man die Rechnung, wie in den Beispielen des vorigen §.

Eigentlich ist die Formel für die **Correction** $= \frac{4440\ b}{4440 + t}$; denn nennt man den beobachteten Barometerstand b, den bei 0 R. geltenden Barometerstand b°; so ist der beobachtete Barometerstand oder $b = b^{\circ} \frac{+}{-} \frac{b^{\circ} t}{4440} = \frac{4440\ b^{\circ} \pm bt}{4440}$, folglich der auf 0 R. reduzirte Barometerstand oder $b^{\circ} = \frac{4440\ b}{4440 \frac{+}{-} t}$. Wenn man nach dieser genaueren Formel den Barometerstand 26″ 4,5‴ corrigirt, so erhält man den corrigirten Barometerstand 26″ 3,349‴. Im §. 33 fand man 26″ 3,346; also fast genau dasselbe Resultat, daher die erstere Formel der letzteren substituirt werden kann. Aus demselben Grunde gilt bei Anwendung der Scale nach C. die oben aufgestellte Formel.

Zur Ersparung der mühsamen, und wegen der oftmaligen Wiederhohlung, langweiligen Rechnung, berechneten mehrere Naturforscher Tabellen, aus denen die Reduktion sogleich entnommen werden kann. Hieher gehören: **Schlögl**, tabulae pro reductione quorumvis statuum barometri. Monachii 1787. **Bischof**, Reduktionstafel, in Schweiggers Journal für Chemie und Physik. B. 15. **Garthe**, Tabellen für barometrische Höhenmessungen. Gießen 1817. **Jahn**, hypsometrische Tafeln nebst Reduktionstafeln. Leipzig 1832. **Winkler**, Tafeln um Barometerstände auf jede beliebige Normaltemperatur zu reduziren. Halle

1820. Nur diese sind nach den neuesten Bestimmungen der Ausdehnung des Quecksilbers berechnet. Ihr Umfang ist von 23 bis 29 Zoll Barometerstand, und für die Temperatur von 0 bis 10° R. Den vorher genannten Tafeln liegt die Ausdehnungsgröße nach Deluc, $\frac{1}{4320}$ für jeden Grad R. zu Grunde, welche etwas zu groß ist; daher die corrigirten Barometerstände etwas zu klein würden. Außerdem würden sich diese Tafeln vor jenen des Winkler durch den größeren Umfang empfehlen. Die Tafeln des Jahn enthalten nebstbei die Reduktion des metrischen Barometermaßes auf 0 C. und des englischen auf 32° F.

§. 35. Da die Wärme alle Körper ausdehnt und die Abkühlung sie zusammenzieht, so wird bei Temperaturänderungen die Barometerscale ebenfalls länger oder kürzer und folglich der Abstand zweier Theilstriche der Scale größer oder kleiner. Im ersten Falle ist die abgelesene Anzahl von Zollen und Linien für die Quecksilberhöhe zu geringe, im andern Falle zu groß. Bei genauen Messungen muß deßwegen eine neue Correction vorgenommen werden, welche darin besteht, daß man den dießfälligen Abgang zur beobachteten Höhe addirt oder den Zuwachs davon abzieht. Z. B. die Scale zeige bei der Temperatur 0 R. den Barometerstand 26″ 5‴ an, dann steige die Temperatur auf 20° R., so wird die Scale länger, die Zahl 26″ 5‴ höher zu stehen kommen und der Barometerstand auf der Scale unter 26″ 5‴ gelesen, also nicht so hoch gemessen werden, als er wirklich ist. Wenn aber die Temperatur auf — 20° R. fällt, so zieht sich die Scale zusammen, an die Stelle von 26″ 5‴ kommt ein höher gelegener Theilstrich und der Barometerstand wird von der Scale zu hoch angegeben. Man muß zur Erlangung des wahren Barometerstandes im ersten Falle addiren, im zweiten Falle abziehen.

§. 36. Die Scalen der Barometer sind gewöhnlich aus Messing, welches sich nach den genauen Versuchen des Laplace und Lavoisier für jeden Grad R. um $\frac{1}{537}$ jener Länge, die es bei 0 R. hat, oder beinahe $\frac{1}{10}$ so viel als das Quecksilber, ausdehnt. Diese Erfahrung macht die fragliche Correction sehr leicht, indem man von der Ausdehnung des Quecksilbers (§§. 32 und 34) $\frac{1}{10}$ zu nehmen und zu der bisher gefundenen schon einmal verbesserten Höhe zu addiren oder von derselben abzuziehen hat, je nachdem das fixe Thermometer Grade ober oder unter 0 R. anzeigt. Z. B. im §. 33 ist der Werth für $+\frac{bt}{4440} = 1{,}154'''$ gefunden worden,

$\frac{1}{10}$ dieses Werthes ist = 0,1154‴; dieses zur verbesserten Höhe 26″ 3,346‴ addirt gibt 26″ 3,4614‴; oder (mit Uebergehung der letzten zwei kleinen Decimalen) 26″ 3,46‴ als die nochmal verbesserte Quecksilberhöhe. Für die Temperatur unter dem Eispunkte war in demselben Beispiele die verbesserte Höhe 26″ 5,654‴; wird dazu $\frac{1}{10}$ der Correction wegen der Quecksilberwärme oder wie oben 0,1154 addirt, so erhält man 26″ 5,7694 oder kürzer 26″ 5,77‴ als die verbesserte Quecksilberhöhe im Barometer.

§. 37. Wenn die Scale anstatt auf Messing auf die Barometerröhre selbst gezeichnet ist, so beträgt die in Rede stehende Correction nur $\frac{1}{20}$ derjenigen, welche die Ausdehnung des Quecksilbers angeht, weil sich nach Horner das Glas beinahe $\frac{1}{20}$ so viel als Quecksilber ausdehnt. In dem vorigen Beispiele beträgt die Ausdehnung des Quecksilbers 1,154‴; davon ist $\frac{1}{20}$ = 0,0577‴ und dieses zu der (im §. 33) gefundenen verbesserten Höhe 26″ 3,346 addirt, giebt 26″ 3,4037‴ oder kürzer 26″ 3,4‴ als verbesserte Höhe für die Scale auf Glas. Daß die jetzt addirte Zahl für einen Thermometerstand unter 0 R. von der gefundenen Höhe abgezogen werden müsse, ist aus dem Obigen bekannt.

§. 38. Diese Correction wegen der Ausdehnung der Scale darf bei genauen Beobachtungen und wenn die Scale längst der ganzen Glasröhre angebracht ist, wie es bei Heberbarometern allezeit und bei Gefäßbarometern oft vorkommt, nicht vernachläßiget werden, weil sie besonders bei höheren Temperaturen nicht unbedeutend ist; hingegen bei Scalen, die nur einige Zolle lang, oder aus Papier und auf Holz geklebt sind, beträgt die Ausdehnungsgröße so wenig, daß man sie ohne Fehler übergehen kann. Aus derselben Ursache wird auch die Ausdehnung der Glasröhre durch die Wärme nicht berücksichtiget, indem sich das Glas nach Laplace und Lavoisier nur um 0,0000087572 in die Länge, folglich im Volumen um das Dreifache, oder 0,0000262716 für 1° C. ausdehnt; eine Größe, die in Bezug auf den Barometerstand verschwindend klein ist.

Auf die Correction wegen der Scale hat zuerst Laplace aufmerksam gemacht.

D. Beobachtung des Barometers und des fixen Thermometers.

§. 39. Die mit guten Instrumenten angestellten Beobachtungen sind nicht allezeit fehlerfrei, weil deren Verläßlichkeit von dem Gebrauche der Instrumente, oder der Art zu beobachten gar sehr abhängt. Bei Barometerbeobachtungen ist vor allem nothwendig, daß das Instrument in verticaler Richtung hänge, in die es sich allezeit von selbst stellen oder versetzen wird, wenn man zum Aufhängen desselben einen von der Wand hervorstehenden rechtwinkelig gebogenen eisernen Haken wählt. Wäre die Beobachtung im Freien zu machen, wie es auf Bergreisen geschieht, so führe man einen solchen in eine Schraube ausgehenden Haken bei sich, und schraube ihn in einen Baum oder in Ermanglung dessen in den zwischen Steinen festgemachten Reisestock ein. In beiden Fällen hänge man das Barometer in einer Höhe, in welcher man ohne unbequeme Stellung des Körpers die Oberfläche des Quecksilbers in der Röhre beobachten kann, und wähle jederzeit einen zwar hellen, aber doch schattigen Ort. Bei Beobachtungen im Freien ist man oft in der Lage, den Schatten mit einem vor das Instrument gehaltenen Schirm hervorbringen und das Schwanken des Barometers bei Winden hemmen zu müssen. Nach Aufstellung des Barometers erschüttere man die Röhre mit dem Finger gelinde, damit das Quecksilber die durch die Adhäsion etwa verminderte, Beweglichkeit bekomme. Ist das Barometer gesperrt, so hebt man zuerst die Sperrung auf, stellt das Niveau des Quecksilbers im Gefäße nach dem Nullpunkte der Scale (§. 17), und richtet den Nonius so ein, daß sein oberes abgeschliffenes Ende in die Ebene des höchsten Punktes der Quecksilberoberfläche in der Röhre kommt (§. 23). Geschieht die Beobachtung im Freien, so warte man einige Zeit etwa eine viertel bis eine halbe Stunde ab, damit das fixe Thermometer und das Quecksilber im Barometer dieselbe Temperatur annehmen können. Sowohl im Zimmer als im Freien soll zuerst das fixe Thermometer beobachtet werden, und zwar mit gehöriger Eile, damit die Nähe des Körpers oder der Hauch die Temperatur nicht ändere. Man trachte dabei das Auge in die horizontale Ebene des Quecksilberniveau zu bringen und beobachte an der Scale die betreffenden Grade der Temperatur. Die vorkommenden Bruchtheile der Grade werden nach dem Augenmaße geschätzt, wenn sie auf der Scale nicht verzeichnet sind, weil die Thermometer zur Zeit der Beobachtung nicht berührt werden, folglich keinen Nonius haben dürfen.

Das Augenmaß schärft sich durch wiederhohlte Beobachtungen so, daß man $\frac{1}{5}$ Grad mit Sicherheit, $\frac{1}{10}$ Grad mit Wahrscheinlichkeit ablesen kann.

Nach der Beobachtung des fixen Thermometers wird der Barometerstand beobachtet, auf welchen die Nähe des Körpers weniger Einfluß hat, weil die Wärme eine längere Zeit gebraucht, bis sie eine größere Masse von Quecksilber durchdringt. Die Resultate beider Beobachtungen bemerkt man sich in dem Manuale, oder wenn die Beobachtungen täglich wiederhohlt werden, in dem Tagebuche, welches mit den Rubriken: Tag und Stunde der Beobachtung, nicht reduzirter Barometerstand, fixer Thermometerstand, vorläufig versehen ist.

Wenn der Barometerstand auf 0 R. reduzirt wird, so ist es gleichgültig, ob das Barometer im Zimmer oder im Freien, an einem warmen oder kalten Orte beobachtet wird, weil die Correction den Einfluß der Wärme aufhebt.

§. 40. Mit einem zweiten Thermometer wird die Lufttemperatur beobachtet. Dieses hängt man im Freien an einem schattigen, von Wind und Regen geschützten Orte auf, in einiger Entfernung von der Erdoberfläche, von Mauern, Felsen und anderen die Wärme reflektirenden Gegenständen, damit die Luft von allen Seiten Zutritt habe. Die Nordseite ist bei diesen Beobachtungen den anderen Gegenden des Horizontes vorzuziehen. Wenn das Instrument für die anzustellenden Beobachtungen in die freie Luft gehängt wird, so warte man eine viertel bis eine halbe Stunde zu, damit es Zeit habe, die Temperatur der Luft anzunehmen; dann beobachte man mit Eile, damit es nicht wegen der Nähe des Körpers einen höheren Wärmegrad bekomme, als jener der Luft ist. Thermometer zu täglichen Beobachtungen hängt man zur Sicherung gegen den Wind in einem der freien Luft ausgesetzten, durchlöcherten Kasten auf, und läßt sie immer im Freien hängen, damit man zur festgesetzten Stunde alsogleich beobachten könne. In dem Manuale oder Tagebuche wird der Thermometerstand im Freien unter einer eigenen Rubrik aufgeschrieben.

Das Thermometer im Freien zeigt in der Regel auf einem Berge einen anderen Wärmegrad an, als das fixe Thermometer, auch, wenn dieses mit dem Barometer im Freien, wie es auf Bergreisen geschieht, aufgehängt wird. Der Unterschied dieser Thermometerstände, wie die vorkommenden Beispiele zeigen werden, beträgt sogar 2 bis 3 Grade, und gewiß aus keiner anderen Ursache, als weil die Luft zu dem fixen Thermometer nicht von

allen Seiten Zutritt hat. Nach der Erfahrung des v. Lindenau könnte man deshalb auf Bergreisen in Ermanglung eines freien Thermometers die Temperatur des fixen Thermometers um 2 bis 3 Grade vermindert, als die Temperatur der freien Luft, und in Ermanglung eines fixen Thermometers die Temperatur des freihängenden um 2 bis 3 Grade vermehrt als die Temperatur des Barometers annehmen. In nicht hoch gelegenen Orten zeigen beide Thermometer unter gleichen Umständen gewöhnlich einerlei Wärmegrade an; daher kann man in solchen Fällen mit einem Thermometer beobachten und dessen Temperatur für jene des mangelnden Instrumentes annehmen.

E. Mittlerer Barometer- und Thermometerstand.

§. 41. Jeder Beobachter kann sich nach wenigen Tagen von der Aenderung des Barometer- und Thermometerstandes überzeugen und wird daraus entnehmen, daß der Luftdruck und die Luftwärme veränderlich sind. Um die Größe dieser Erscheinungen an einem Orte auszumitteln, reichen wenige Beobachtungen nicht zu, weil die Veränderungen der Größe nach, sehr mannigfaltig sind. Eigentlich sollte man von Stunde zu Stunde beobachten, damit der Wechsel der Veränderungen nicht unbemerkt geschehe; da jedoch dieses zu beschwerlich und meistens unthunlich wäre, so beobachtet man zu bestimmten Stunden, nimmt aus diesen Beobachtungen das arithmetische Mittel und hält dieses für die Größe des mittleren Luftdruckes und der mittleren Luftwärme für den Tag der Beobachtung. Im Ganzen genommen genügt dieses auch, weil die regelmäßigen Schwankungen in die gleichen Zeitperioden fallen; die unregelmäßigen aber zu jeder Tageszeit eintreffen, und sich bei einer großen Anzahl der Beobachtungen gegenseitig ausgleichen.

Um das arithmetische Mittel des Luftdruckes für einen Tag zu finden, addirt man die z. B. dreimal des Tages beobachteten Barometerstände und theilt die Summe durch 3. Um das Mittel für einen Monath zu bestimmen, addirt man die täglichen Mittel und theilt die Summe durch die Anzahl der Monathtage. Um das Mittel für ein Jahr zu wissen, addirt man die Mittel der einzelnen Monathe und theilt die Summe durch 12. Mehrere Jahresmittel addirt und durch die Anzahl der Jahre getheilt geben das Mittel für diese Anzahl der Jahre. Je größer die Anzahl der angestellten Beobachtungen ist, desto mehr wird der erhaltene Quotus dem Mittel des Tages, des Monathes, des Jahres oder mehrerer Jahre entsprechen, weil sich die unregelmäßigen Schwankungen desto gewißer ausgleichen. Auf dieselbe Weise verfährt man mit den Thermo-

meterständen, um das Mittel der Luftwärme für obige Zeitabschnitte zu bestimmen.

Um den Gang des Luftdruckes und der Luftwärme besser kennen zu lernen, ist es zweckdienlich, auch das Mittel für die einzelnen Beobachtungsstunden zu berechnen. Wenn z. B. Jemand Morgens, Nachmittags und Abends beobachtet, so geben die Beobachtungen des Morgens für einen Monath addirt und durch die Anzahl der Monathtage getheilt, das Mittel der Morgenbeobachtungen für einen Monath; diese monathlichen Mittel addirt und durch 12 getheilt das Jahresmittel für die Beobachtungsstunden des Morgens. Eben so ergiebt sich das Mittel für die Beobachtungen des Nachmittags und Abends sowohl für den Barometerstand als für die Luftwärme, und wenn man am Ende des Jahres die, den drei bestimmten Stunden, angehörigen Mittel addirt und durch 3 theilt, das Mittel für das ganze Jahr.

Wird in das Tagebuch der auf 0 R. reduzirte Barometerstand für jede Beobachtungsstunde unter einer eigenen Rubrik eingeschrieben, so führt eine neuerliche Reduktion des monathlichen oder jährlichen Mittels nach dem betreffenden Mittel des fixen Thermometers zur genaueren Kenntniß des verbesserten Barometerstandes, weil die bei einzelnen Reduktionen übergangenen Decimalstellen am Ende des Monathes oder Jahres in Rechnung gebracht werden.

Nachstehende Tabelle giebt den mittleren Barometer- und Thermometerstand für mehrere Orte an.

Namen der Beobachtungsorte	Mittlerer Barom. P. M.		Mittlerer Ther R.	Namen der Beobachtungsorte	Mittlerer Barom. P. M.		Mittlerer Ther R.
	Z.	L.	+		Z.	L.	+
Berlin	27	11,8	7,3	München . . .	26	5,3	7,1
Brüssel	27	10,7	7,8	Middelburg . .	28	1,2	8,3
Cambridge . .	27	10,6	6,5	Ofen	27	9,5	8,1
Delf	28	0,9	6,0	Padua	28	1,3	9,3
Düsseldorf . .	27	10,2	8,3	Paris	28	0,9	10,0
Dijon	27	2,11	8,3	Peissenberg . .	24	10,4	4,7
Erfurt	26	6,6	7,2	Petersburg . .	28	0,0	2,2
Genf	26	10,4	8,1	Prag, Sternwarte . . .	27	3,9	7,2
Göttingen . .	27	6,7	7,7	Rochelle . . .	28	1,0	9,2
St. Gotthard, Kloster . . .	21	9,5	0,8	Rom	27	11,3	12,6
Ingolstadt . .	28	1,0	6,0	Regensburg .	26	11,3	6,6
Kopenhagen .	26	9,8	6,4	Sagan	27	9,4	6,0
Manheim . . .	27	9,6	8,2	Stockholm . .	27	10,7	3,9
Marseille . . .	28	0,2	11,9	Tegernsee . . .	25	9,8	5,8

Namen der Beobachtungsorte	Mittlerer Barom. P. M. Z.	Mittlerer Barom. P. M. L.	Mittlerer Ther R. +	Namen der Beobachtungsorte	Mittlerer Barom. P. M. Z.	Mittlerer Barom. P. M. L.	Mittlerer Ther R. +
Wien, Sternwarte . . .	27	7,7	8,7	nach Bohnenberger . . .	28	2,0	12,0
Würzburg . .	27	5,4	8,4	Meeresfläche an der Nordsee nach Bohnenberger . . .	28	2,2	7,0
Meeresküste in Frankreich, Italien, England, Isle de France . . .	28	2,2	10,0	Meeresfläche unter dem Aequator nach Bohnenberger	28	1,29	21,6
Meeresfläche unter dem Aequator in Amerika . .	28	1,8	21,6	Meeresfläche zu Malta nach Dangos . .	28	2,08	17,0
Mittelländische Meeresfläche							

In **Innsbruck** ist nach den Beobachtungen von 50 Jahren, welche Pr. v. **Zallinger** angestellt hat, der **mittlere Barometerstand** ohne die Correction wegen der Wärme 26″ 3,4‴ P. M., und der **mittlere Thermometerstand** 7,46° R. *)

§. 42. Zur Bestimmung des **mittleren Luftdruckes** wäre es am besten, wenn man innerhalb 24 Stunden viermal beobachten würde; nämlich, zwischen 3 und 5 Uhr Morgens; 8½ und 10½ Uhr Vormittags; 3 und 5 Uhr Abends, endlich 9 und 11 Uhr Nachts, weil die Quecksilberhöhe im Barometer fast auf der ganzen Erde innerhalb 24 Stunden zweimal ihren **höchsten** und zweimal ihren **tiefsten Stand**, wie die Höhe des Meers bei der Ebbe und Fluth, erreicht, und zwar jenen zwischen 8½ und 10½ Uhr Vormittags und zwischen 9 und 11 Uhr Nachts; diesen zwischen 3 und 5 Uhr Morgens und Abends. Meistens werden diese Beobachtungen dreimal oder auch nur zweimal vorgenommen. Z. B. auf den Sternwarten in **Wien** und **Prag** um 8 Uhr Morgens, 3 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abend; im Hospize auf dem großen St. **Bernhardsberge** und zu **Genf** um 9 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags und 3 Uhr Nachmittags; in **Berlin** um 6 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends; in **Augsburg**, **Manheim** und **Innsbruck** (nach dem Vorschlage der Manheimer **meteorologischen** Gesellschaft) um 7 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 9 Uhr

*) Innsbrucker meteorologische Beobachtungen. Innsbruck 1833.

Abends; in Mailand auf der Sternwarte um 6 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags u. s. w. Es genügt auch aus dem im vorigen §. angeführten Grunde. Jene, welche nur ein- oder zweimal den Barometerstand beobachten, sollen sich die Mittagsstunde oder 10 Uhr Vormittags und 10 Uhr Nachts wählen, weil man aus vielen Erfahrungen weiß, daß der Barometerstand zu Mittag oder das Mittel von 10 Uhr Vormittags und Nachts von dem Mittel des ganzen Tages nur wenig verschieden sind.

§. 43. Der Thermometerstand im Freien wird innerhalb 24 Stunden ebenfalls zwei- oder dreimal beobachtet. Jene, welche zweimal beobachten, sollen nach Kämtz*) solche Stunden Vor- und Nachmittags wählen, welche 11¼ Stunden von einander abstehen, z. B. 6 Uhr Morgens und 5¼ Uhr Abends, weil das arithmetische Mittel solcher zwei Thermometerstände dem Mittel des ganzen Tages nahe gleich ist. Nach Brewster erhält man dasselbe Resultat, wenn man in zwei gleichnamigen Stunden des Tages, z. B. 10 Uhr Vormittags und 10 Uhr Nachts beobachtet. Jene, welche dreimal des Tages, z. B. um 7 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends beobachten, gelangen nach Kämtz zur genauen Kenntniß der mittleren Temperatur des Tages, wenn sie die Thermometerstände von 7 Uhr und 2 Uhr zu dem doppelten Thermometerstande von 9 Uhr addiren und deren Summe mit 4 theilen. Nach v. Humboldt erhält man dasselbe Resultat, wenn man jede Beobachtung mit der Anzahl der seit der vorigen Beobachtung verflossenen Stunden multiplizirt und die Summe der drei Produkte mit 24 theilt. Demnach wäre der Thermometerstand um 2 Uhr mit 7, jener um 9 Uhr mit 7 und jener um 7 Uhr Morgens mit 10 zu multipliziren. Die mittlere Temperatur des Jahres ist nach v. Humboldt der mittleren Temperatur der Monathe April und Oktober, nach Kämtz dem Mittel aus den Temperaturen dieser beiden Monathe gleich. Sowohl der mittlere Barometer- als der mittlere Thermometerstand eines Jahres ändern sich wenig, wenn auch während des Jahres beträchtliche Unterschiede im Vergleiche mit anderen Jahren Statt finden.

Wenn das Tagebuch der Beobachtungen regelmäßig geführt wird, so ist es leicht, nebst dem Mittel der Barometer- und Thermometerstände einige andere, den Naturforscher interessirende Notizen anzuführen, als: den höchsten und tiefsten Barometerstand in jedem Monathe, die Differenz beider oder die größte monathliche Aenderung, den höchsten und tiefsten Thermometerstand im Freien, die Differenz beider oder die größte Aenderung der Luft-

---

*) Schweiggers Journal für Ch. und Ph. B. 47 und 48.

wärme während jedes Monathes, die größte tägliche Aenderung jeder dieser Erscheinungen u. s. w. Am Ende des Jahres ergiebt sich aus diesen Vormerkungen der höchste und tiefste Barometer- und Thermometerstand des Jahres, die größte jährliche Aenderung des Luftdruckes und der Luftwärme, und die größte tägliche Aenderung derselben. Aus dem Vergleiche solcher Resultate von mehreren Jahren findet man, daß die größte jährliche Aenderung des Luftdruckes und der Luftwärme an demselben Orte nicht bedeutend verschieden ist.

F. Reduktion der Barometerscalen auf einander.

§. 43. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß bei den bisherigen, das Barometer betreffenden Angaben der auf 0 R. reduzirte Barometerstand verstanden sey, und daß bei Mittheilungen der Barometer- und Thermometerbeobachtungen jederzeit die Scale des gebrauchten Barometers und Thermometers, und ob dieses ein Quecksilber- oder Weingeistthermometer war, angegeben werden müsse, wenn die Beobachtungen zum Vergleiche unter einander, zu barometrischen Höhenmessungen oder überhaupt zum wissenschaftlichen Gebrauche dienen sollen. Als Maß der Barometerscalen wird meistens das alte Pariser Maß, das Wiener Maß, das neue metrische Maß und in England das englische Maß gebraucht, mit der Eintheilung des Fußes in 12 Zolle, und des Zolles in 12 (Duodecimal-) Linien, oder in 10 Theile, Decimal-Linien. Diese Verschiedenheit der Scalen hindert den Vergleich der Barometerstände, wenn man sie nicht früher auf gleiches Maß reduzirt. Oft wird eine Reduktion nothwendig, wenn man Tabellen für barometrische Messungen, welche nach einem oder dem anderen Maße berechnet sind, benützen will. Diese Reduktionen, wenn sie wiederhohlt vorkommen, sind mühsam. Ich habe für vorkommende Fälle zur Tafel VII, (Gehler physikalisches Wörterbuch Artikel „Barometer"), die folgenden 6 Tafeln berechnet, welche die Bequemlichkeit gewähren, mit einer Addition jeden Barometerstand auf das verlangte Maß reduziren zu können.

Tafeln zur Reduktion der an den Barometerscalen gewöhnlichen Längenmaße auf einander.

I. Reduktion der Zolle auf Duodecimal-Linien.

Z.	L.	Z.	L.	Z.	L.	Z.	L.	Z.	L.	Z.	L.	Z.	L.
1	12	6	72	11	132	16	192	21	252	26	312	31	372
2	24	7	84	12	144	17	204	22	264	27	324	32	384
3	36	8	96	13	156	18	216	23	276	28	336		
4	48	9	108	14	168	19	228	24	288	29	348		
5	60	10	120	15	180	20	240	25	300	30	360		

II. Reduktion der Zolle und Linien des Wiener Maßes auf Zolle und Linien des Pariser Maßes.

Zolle oder Linien									
W.	P.	W.	P.	W.	P.	W.	P.	W.	P.
1	0,973	13	12,651	25	24,328	0,6	0,584	0,09	0,088
2	1,946	14	13,624	26	25,302	0,7	0,681	0,001	0,001
3	2,919	15	14,597	27	26,275	0,8	0,779	0,002	0,002
4	3,893	16	15,570	28	27,248	0,9	0,876	0,003	0,003
5	4,866	17	16,543	29	28,231	0,01	0,010	0,004	0,004
6	5,839	18	17,516	30	29,194	0,02	0,019	0,005	0,005
7	6,812	19	18,490	31	30,167	0,03	0,029	0,006	0,006
8	7,785	20	19,463	0,1	0,097	0,04	0,039	0,007	0,007
9	8,758	21	20,436	0,2	0,195	0,05	0,049	0,008	0,008
10	9,731	22	21,409	0,3	0,292	0,06	0,058	0,009	0,009
11	10,705	23	22,382	0,4	0,389	0,07	0,068		
12	11,678	24	23,355	0,5	0,487	0,08	0,078		

III. (1) Reduktion der Wiener Zolle auf Millimeter.

WZ.	Millim.	WZ.	Millim.	WZ.	Millim.	WZ.	Mill.
1	26,342	16	421,470	31	816,598	0,06	2,581
2	52,684	17	447,812	0,1	2,634	0,07	1,844
3	79,026	18	474,153	0,2	5,268	0,08	2,107
4	105,367	19	500,495	0,3	7,903	0,09	2,371
5	131,709	20	526,837	0,4	10,537	0,001	0,026
6	158,051	21	553,179	0,5	13,171	0,002	0,053
7	184,393	22	579,521	0,6	15,805	0,003	0,079
8	210,735	23	605,863	0,7	18,439	0,004	0,105
9	237,077	24	632,205	0,8	21,073	0,005	0,132
10	263,419	25	658,547	0,9	23,708	0,006	0,158
11	289,760	26	684,888	0,01	0,263	0,007	0,184
12	316,102	27	711,230	0,02	0,527	0,008	0,211
13	342,444	28	737,572	0,03	0,790	0,009	0,237
14	368,786	29	763,914	0,04	1,054		
15	395,128	30	790,256	0,05	1,317		

(2) Reduktion der Wiener Linien auf Millimeter.

W.Lin.	Millim.	W.Lin.	Millim.	W.Lin.	Millim.	W.Lin.	Mill.
1	2,195	11	24,147	0,01	0,022	0,002	0,004
2	4,390	0,1	0,220	0,02	0,044	0,003	0.007
3	6,585	0,2	0,439	0,03	0,066	0,004	0,009
4	8,781	0,3	0,659	0,04	0,088	0,005	0,011
5	10,976	0,4	0,878	0,05	0,110	0,006	0,013
6	13,171	0,5	1,098	0,06	0,132	0,007	0,015
7	15,366	0,6	1,317	0,07	0,154	0,008	0,018
8	17,561	0,7	1,537	0,08	0,176	0,009	0,020
9	19,756	0,8	1,756	0,09	0,198		
10	21,952	0,9	1,976	0,001	0,002		

IV. Reduktion der Zolle und Linien des Pariser Maßes auf Zolle und Linien des Wiener Maßes

Zolle oder Linien									
P.	W.	P.	W.	P.	W.	P.	W.	P.	W.
1	1,028	13	13,359	25	25,690	0,7	0,719	0,001	0,001
2	2,055	14	14,386	26	26,718	0,8	0,822	0,002	0,002
3	3,083	15	15,414	27	27,745	0,9	0,925	0,003	0,003
4	4,110	16	16,442	28	28,773	0,01	0,010	0,004	0,004
5	5,138	17	17,469	29	29,801	0,02	0,021	0,005	0,005
6	6,166	18	18,497	30	30,828	0,03	0,031	0,006	0,006
7	7,193	19	19,424	0,1	0,103	0,04	0,041	0,007	0,007
8	8,221	20	20,552	0,2	0,206	0,05	0,051	0,008	0,008
9	9,248	21	21,580	0,3	0,308	0,06	0,062	0,009	0,009
10	10,276	22	22,607	0,4	0,411	0,07	0,072		
11	11,304	23	23,635	0,5	0,514	0,08	0,082		
12	12,331	24	24,663	0,6	0,617	0,09	0,092		

V. (1) Reduktion der Pariser Zolle auf Millimeter.

P.Z.	Millim.	P.Z.	Millim.	P.Z.	Millim.	P.Z.	Mill.
1	27,070	16	433,119	0,1	2,707	0,07	1,895
2	54,140	17	460,190	0,2	5,414	0,08	2,166
3	81,210	18	487,259	0,3	8,121	0,09	2,436
4	108,280	19	514,329	0,4	10,828	0,001	0,027
5	135,350	20	541,399	0,5	13,535	0,002	0,054
6	162,420	21	568,469	0,6	16,242	0,003	0,081
7	189,490	22	595,539	0,7	18,949	0,004	0,108
8	216,560	23	622,609	0,8	21,656	0,005	0,135
9	243,630	24	649,679	0,9	24,363	0,006	0,162
10	270,700	25	676,749	0,01	0,271	0,007	0,190
11	297,770	26	703,819	0,02	0,541	0,008	0,217
12	324,840	27	730,889	0,03	0,812	0,009	0,244
13	351,910	28	757,959	0,04	1,083		
14	378,980	29	785,029	0,05	1,354		
15	406,050	30	812,099	0,06	1,624		

(2) Reduktion der Pariser Linien auf Millimeter.

P.L.	Millim.	P.L.	Millim.	P.L.	Millim.	P.L.	Mill.
1	2,256	0,1	0,226	0,01	0,023	0,001	0,002
2	4,512	0,2	0,451	0,02	0,045	0,002	0,005
3	6,767	0,3	0,677	0,03	0,068	0,003	0,007
4	9,023	0,4	0,902	0,04	0,090	0,004	0,009
5	11,279	0,5	1,128	0,05	0,113	0,005	0,011
6	13,535	0,6	1,353	0,06	0,135	0,006	0,014
7	15,791	0,7	1,579	0,07	0,158	0,007	0,016
8	18,047	0,8	1,805	0,08	0,180	0,008	0,018
9	20,302	0,9	2,030	0,09	0,203	0,009	0,020
10	22,558						
11	24,814						

VI. Reduktion der englischen Zolle oder Linien auf Pariser Zolle oder Linien.

Zolle oder Linien							
E.	P.	E.	P.	E.	P.	E.	P.
1	0,948	16	15,163	31	29,378	0,05	0,047
2	1,895	17	16,110	32	30,325	0,06	0,057
3	2,843	18	17,058	0,1	0,095	0,07	0,066
4	3,791	19	18,006	0,2	0,190	0,08	0,076
5	4,738	20	18,953	0,3	0,284	0,09	0,085
6	5,686	21	19,901	0,4	0,379	0,001	0,001
7	6,634	22	20,849	0,5	0,474	0,002	0,002
8	7,581	23	21,796	0,6	0,569	0,003	0,003
9	8,529	24	22,744	0,7	0,663	0,004	0,004
10	9,477	25	23,692	0,8	0,758	0,005	0,005
11	10,424	26	24,639	0,9	0,853	0,006	0,006
12	11,372	27	25,587	0,01	0,009	0,007	0,007
13	12,320	28	26,535	0,02	0,019	0,008	0,008
14	13,267	29	27,482	0,03	0,028	0,009	0,009
15	14,215	30	28,430	0,04	0,038		

VII. Reduktion der Millimeter auf Zolle und Linien des Par. M.

M.	Z.	L.	M.	Z.	L.	M.	Z.	L.	M.	Z.	L.
430	15	10,617	439	16	2,607	448	16	6,596	457	16	10,586
431		11,060	440		3,050	449		7,040	458		11,029
432		11,504	441		3,493	450		7,483	459		11,473
433		11,947	442		3,936	451		7,926	460		11,916
434	16	0,390	443		4,380	452		8,369	461	17	0,359
435		0,833	444		4,823	453		8,813	462		0,802
436		1,277	445		5,266	454		9,256	463		1,246
437		1,720	446		5,710	455		9,699	464		1,689
438		2,163	447		6,153	456		10,143	465		2,132

M.	Z.	L.	M.	Z.	L.	M.	Z.	L.	M.	Z.	L.
466	17	2,576	510	18	10,081	554	20	5,586	598	22	1,091
467		3,019	511		10,524	555		6,029	599		1,531
468		3,462	512		10,967	556		6,472	600		1,977
469		3,905	513		11,411	557		6,916	601		2,421
470		4,349	514		11,854	558		7,359	602		2,864
471		4,792	515	19	0,297	559		7,802	603		3,307
472		5,235	516		0,740	560		8,245	604		3,750
473		5,679	517		1,184	561		8,689	605		4,194
474		6,122	518		1,627	562		9,132	606		4,637
475		6,565	519		2,070	563		9,575	607		5,080
476		7,009	520		2,514	564		10,019	608		5,524
477		7,452	521		2,957	565		10,462	609		5,967
478		7,895	522		3,400	566		10,905	610		6,410
479		8,338	523		3,844	567		11,348	611		6,853
480		8,782	524		4,287	568		11,792	612		7,297
481		9,225	525		4,730	569	21	0,235	613		7,740
482		9,668	526		5,173	570		0,678	614		8,183
483		10,112	527		5,617	571		1,122	615		8,627
484		10,555	528		6,060	572		1,565	616		9,070
485		10,998	529		6,503	573		2,008	617		9,513
486		11,442	530		6,947	574		2,452	618		9,957
487		11,885	531		7,390	575		2,895	619		10,400
488	18	0,328	532		7,833	576		3,338	620		10,843
489		0,771	533		8,276	577		3,781	621		11,286
490		1,215	534		8,720	578		4,225	622		11,730
491		1,658	535		9,163	579		4,668	623	23	0,173
492		2,101	536		9,606	580		5,111	624		0,616
493		2,545	537		10,050	581		5,555	625		1,060
494		2,988	538		10,593	582		5,998	626		1,503
495		3,431	539		10,936	583		6,441	627		1,946
496		3,875	540		11,380	584		6,884	628		2,390
497		4,318	541		11,823	585		7,328	629		2,833
498		4,761	542	20	0,266	586		7,771	630		3,276
499		5,204	543		0,709	587		8,214	631		3,719
500		5,648	544		1,153	588		8,658	632		4,163
501		6,091	545		1,596	589		9,101	633		4,606
502		6,535	546		2,039	590		9,544	634		5,049
503		6,978	547		2,483	591		9,988	635		5,493
504		7,421	548		2,926	592		10,431	636		5,936
505		7,864	549		3,369	593		10,874	637		6,379
506		8,308	550		3,812	594		11,317	638		6,822
507		8,751	551		4,259	595		11,761	639		7,266
508		9,194	552		4,699	596	22	0,204	640		7,709
509		9,637	553		5,142	597		0,647	641		8,152

M.	Z.	L.	M.	Z.	L.	M.	Z.	L.	M.	Z.	L.
642	23	8,596	686	25	4,101	730	26	11,606	774	28	7,111
643		9,039	687		4,544	731	27	0,049	775		7,554
644		9,482	688		4,987	732		0,492	776		7,997
645		9,926	689		5,430	733		0,936	777		8,441
646		10,369	690		5,874	734		1,379	778		8,884
647		10,812	691		6,317	735		1,822	779		9,327
648		11,255	692		6,760	736		2,265	780		9,770
649		11,699	693		7,204	737		2,709	781		10,213
650	24	0,142	694		7,647	738		3,152	782		10,656
651		0,585	695		8,090	739		3,595	783		11,099
652		1,029	696		8,534	740		4,039	784		11,542
653		1,472	697		8,977	741		4,482	785		11,985
654		1,915	698		9,420	742		4,925	786	29	0,428
655		2,359	699		9,864	743		5,369	0,1	0	0,044
656		2,802	700		10,307	744		5,812	0,2		0,089
657		3,245	701		10,750	745		6,255	0,3		0,133
658		3,688	702		11,193	746		6,698	0,4		0,177
659		4,132	703		11,637	747		7,142	0,5		0,222
660		4,575	704	26	0,080	748		7,585	0,6		0,266
661		5,018	705		0,523	749		8,028	0,7		0,310
662		5,462	706		0,967	750		8,472	0,8		0,355
663		5,905	707		1,410	751		8,915	0,9		0,399
664		6,348	708		1,853	752		9,358	1,0		0,443
665		6,791	709		2,297	753		9,801	0,01		0,004
666		7,235	710		2,740	754		10,245	0,02		0,009
667		7,678	711		3,183	755		10,688	0,03		0,013
668		8,121	712		3,626	756		11,131	0,04		0,018
669		8,565	713		4,070	757		11,575	0,05		0,022
670		9,008	714		4,513	758	28	0,018	0,06		0,027
671		9,451	715		4,956	759		0,461	0,07		0,031
672		9,895	716		5,400	760		0,905	0,08		0,035
673		10,338	717		5,843	761		1,348	0,09		0,040
674		10,781	718		6,286	762		1,791	0,001		0,0004
675		11,224	719		6,729	763		2,234	0,002		0,0009
676		11,668	720		7,173	764		2,678	0,003		0,0013
677	25	0,111	721		7,616	765		3,121	0,004		0,0018
678		0,554	722		8,059	766		3,564	0,005		0,0022
679		0,998	723		8,503	767		4,008	0,006		0,0027
680		1,441	724		8,946	768		4,451	0,007		0,0031
681		1,884	725		9,389	769		4,894	0,008		0,0035
682		2,328	726		9,833	770		5,337	0,009		0,0040
683		2,771	727		10,276	771		5,781			
684		3,214	728		10,719	772		6,224			
685		3,657	729		11,162	773		6,667			

Der Gebrauch der ersten Tafel ist für sich klar, wenn ganze Zolle in Linien verwandelt werden sollen. Bruchtheile der Zolle werden durch die Multiplikation mit 12 in Linien, so wie Linien und deren Bruchtheile durch die Division mit 12 in Zolle verwandelt.

So sind z. B. 0,57 Zolle = 0,57 × 12 = 6,84 Linien und 6,84 Linien = 6,84 : 12 = 0,57 Zolle.

Den Gebrauch der andern Tafeln ersieht man aus einigen Beispielen.

(1) Der Barometerstand 27 Zolle 4,3 L. W. M. ist auf Pariser Maß zu reduziren.

Nach der Tafel II sind 27 Zolle W. M. = 26,275 Zolle P. M.; 4 W. L. = 3,893 P. L.; 0,3 W. L. = 0,292 P. L.; 0,275 Zolle sind = 0,275 × 12 = 3,3 Lin.; folglich ist der Werth für 27 Z. 4,3 L. W. M. = 26 Zolle + 3,893 + 0,292 + 3,3 L. = 26 Zolle 7,485 L. P. M.

(2) Derselbe Barometerstand nach dem W. M. ist in Millimeter zu verwandeln.

Nach der Tafel III (1) sind 27 W. Z. = 711,230; nach (2) sind 4 W. L. = 8,781 und 0,3 = 0,659; folglich erhält man für 27 Zolle 4,3 Linien W. M. den Werth 711,230 + 8,781 + 0,659 = 720,57 Millimeter.

Eben so werden die Tafeln IV, V, VI gebraucht.

(3) Der Barometerstand 720,67 Millimeter soll auf Pariser Maß reduzirt werden.

Nach der Tafel VII sind 720 Millimeter = 26 Z. 7,173 L.; 0,6 = 0,266 L. und 0,07 = 0,031 L.; folglich ist der Werth für 720 Millimeter 26 Z. + 7,173 + 0,266 + 0,031 L. = 26 Z. 7,47 L. P. M.

Sollen das metrische und englische Maß auf Wiener Maß reduzirt werden, so macht man zuerst die Reduktion auf Pariser Maß, und dann die Reduktion des gefundenen Pariser Maßes mittelst der betreffenden Tafeln auf das Wiener Maß. Das Rheinländische- und andere Provinzialmaße werden übergangen, weil sie auf Barometerscalen nicht vorkommen.

G. Verdunstungsprozeß.

§. 45. Soll die Höhe des Quecksilbers im Barometer der Größe des Luftdruckes proportionirt seyn, so darf die Luft mit andern ausdehnsamen Stoffen, die vermög ihrer Natur auch einen Druck ausüben, nicht vermengt, sondern sie muß rein seyn. Diese Eigenschaft trifft man aber nie in der atmosphärischen Luft an, man findet sie allezeit mit Wasserdünsten vermengt; mithin ist der

Barometerstand nicht die Wirkung des Luftdruckes allein, sondern die gemeinschaftliche Wirkung des Druckes der Luft und der vorhandenen Wasserdünste. Um den Luftdruck für sich zu erkennen, hat man die Wirkung der Wasserdünste von dem beobachteten Barometerstande abzuziehen. Diese Aufgabe führt die Nothwendigkeit herbei, die Gesetze des Verdunstungsprozesses folgen zu lassen, über welchen in den letzten Dezennien Dalton, Ure, Gay-Lussac, Schmidt, Biot und andere Physiker folgenreiche Untersuchungen angestellt haben.

§. 46. Wird kaltes Wasser in einem offenen Gefäße der Luft ausgesetzt, so vermindert sich die Menge desselben allmählig, ist das Wasser warm oder heiß, so geschieht die Verminderung schneller; in beiden Fällen verschwindet endlich das Wasser ganz, es verwandelt sich in eine ausdehnsame Flüßigkeit, in Dunst. Bringt man Wasser in einen von allen Seiten gesperrten und zugleich luftleeren Raum, so verdunstet es ebenfalls, aber nur so lange, bis der entstandene Dunst den leeren Raum angefüllt und eine Ausdehnsamkeit oder Spannkraft erlangt hat, welche die Entwicklung neuer Dünste aus dem Wasser hindert. Die Spannkraft, welche die Dünste bei einer gewißen Temperatur erreichen können, heißt die größte Spannkraft, das Maximum der Expansivkraft für diese Temperatur. Dieses Maximum hat Dalton durch ein sinnreiches Verfahren ausgemittelt. Er nahm das torricellische Barometer (Fig. 13), dessen Röhre ab durch den Boden HF einer weiteren mit Wasser gefüllten Glasröhre GEFH wasserdicht gesteckt ist. Nachdem er früher den Barometerstand hg beobachtete, ließ er durch die Oeffnung h einige Wassertropfen über das Quecksilber in den luftleeren Raum gelangen, brachte das Wasser in der weiteren Röhre allmählig auf höhere Wärmegrade und beobachtete das in diesem befindliche Thermometer tv, wie es von Grad zu Grad stieg. Auf die Erwärmung des äußeren Wassers folgte die Erwärmung der in den leeren Raum des Barometers aufgestiegenen Wassertropfen, diese verdunsteten, und der Dunst drückte vermög der ihm zukommenden Spannkraft das Quecksilber herab, so daß es immer tiefer stand, als in einem anderen, in demselben Zimmer hängenden, vorher mit jenem übereinstimmenden Barometer. Wird nach jedem Grade der Wärme, um welchen das Thermometer tv gestiegen ist, der Barometerstand in dem zum Versuche gewählten, und einem anderen daneben befindlichen Barometer abgelesen, so ist der jedesmalige Unterschied dieser beiden Barometerstände der größten Spannkraft der Wasserdünste bei der beobachteten Temperatur propor-

tionirt, wenn nur in der Barometerröhre immer Wasser zur Verdunstung vorhanden war. Dalton fand auf diese Weise die größte Spannkraft der Wasserdünste für Temperaturen von 0 bis 100° C. Für Temperaturen unter 0 ist dieser Apparat nicht mehr brauchbar, weil das Wasser in der weiteren Röhre gefrieren und dadurch die Scale am Barometer unsichtbar machen würde. Gay-Lussac gebrauchte für solche mindere Temperaturgrade den Apparat, welchen (Fig. 14) vorstellt. Die Barometerröhre ist am oberen Ende bei b umgebogen und mit einer Kugel versehen, welche in ein mit einer kaltmachenden Mischung angefülltes Gefäß GHFE, dessen Temperatur das Thermometer tv anzeigt, gestellt wird. Die Dünste, die sich nun über dem Quecksilber gf im leeren Raume befinden, erhalten dieselbe Temperatur, welche das Thermometer tv anzeigt, und haben eine Spannkraft, welche wieder dem Unterschiede, der zwischen dem Stande dieses Barometers und eines anderen gewöhnlichen daneben befindlichen Statt findet, gleich ist. Durch dieses Verfahren bestimmte Gay-Lussac die größte Spannkraft der Wasserdünste für die Temperaturen von 0 bis — 20° C. Nachstehende Tafel liefert die Resultate der Untersuchungen nach Dalton und Biot von — 20° bis 45° C. in dem metrischen, dem Wiener-, und dem Parisermaße, auf welches letztere ich das erste zur Bequemlichkeit der Beobachter, deren Barometerscalen für das Parisermaß eingerichtet sind, reduzirte. Wer in Graden nach R. das Thermometer beobachtet, wird diese vor dem Gebrauche der Tafel auf Grade C. (§. 27) bringen.

Größte Spannkraft (Maximum der Expansivkraft) der Wasserdünste nach Daltons Versuchen und der Interpolation von Biot.

Temperatur nach C.	Spannkraft in			
	Par. Zoll	Par. Lin.	Millimeter	Wien. Lin.
— 20	0,0492	0,5909	1,333	0,606
— 19	0,0528	0,6334	1,429	0,651
— 18	0,0565	0,6787	1,531	0,697
— 17	0,0605	0,7261	1,638	0,746
— 16	0,0646	0,7779	1,755	0,799
— 15	0,0692	0,8329	1,879	0,856
— 14	0,0742	0,8914	2,011	0,961
— 13	0,0795	0,9539	2,152	0,980
— 12	0,0850	1,0204	2,302	1,046
— 11	0,0909	1,0909	2,461	1,121
— 10	0,0965	1,1583	2,631	1,198

Temperatur nach C.	Spannkraft in			
	Par. Zoll	Par. Lin.	Millimeter	Wien. Lin.
— 9	0,1039	1,2465	2,812	1,281
— 8	0,1110	1,3321	3,005	1,369
— 7	0,1186	1,4230	3,210	1,462
— 6	0,1266	1,5196	3,428	1,561
— 5	0,1352	1,6224	3,660	1,667
— 4	0,1443	1,7319	3,907	1,780
— 3	0,1540	1,8485	4,170	1,909
— 2	0,1643	1,9718	4,448	2,026
— 1	0,1753	2,1034	4,745	2,161
0	0,1869	2,2426	5,059	2,304
+ 1	0,1992	2,3907	5,393	2,456
2	0,2123	2,5481	5,748	2,618
3	0,2262	2,7143	6,123	2,789
4	0,2409	2,8916	6,523	2,971
5	0,2566	3,0796	6,947	3,164
6	0,2732	3,2786	7,396	3,369
7	0,2908	3,4892	7,871	3,585
8	0,3094	3,7126	8,375	3,815
9	0,3291	3,9493	8,909	4,058
10	0,3500	4,2002	9,475	4,316
11	0,3721	4,4658	10,074	4,589
12	0,3955	4,7464	10,707	4,877
13	0,4203	5,0438	11,378	5,183
14	0,4465	5,3581	12,087	5,506
15	0,4742	5,6906	12,837	5,847
16	0,5035	6,0421	13,630	6,208
17	0,5344	6,4136	14,468	6,590
18	0,5671	6,8059	15,353	6,993
19	0,6017	7,2204	16,288	7,419
20	0,6396	7,6752	17,314	7,788
21	0,6766	8,1199	18,317	8,343
22	0,7176	8,6075	19,417	8,844
23	0,7601	9,1218	20,577	9,373
24	0,8055	9,6661	21,805	9,932
25	0,8529	10,2358	23,090	10,517
26	0,9333	10,8395	24,452	11,138
27	0,9561	11,4730	25,881	11,789
28	1,0116	12,1420	27,390	12,468
29	1,0729	12,8756	29,045	13,230
30	1,1320	13,5840	30,643	13,958
31	1,1972	14,3673	32,410	14,764
32	1,2656	15,1879	34,261	15,607
33	1,3368	16,0421	36,188	16,485
34	1,4131	16,9580	38,254	17,426
35	1,4926	17,9111	40,404	18,404

Temperatur nach C.	Spannkraft in			
	Par. Zoll	Par. Lin.	Millimeter	Wien. Lin.
+36	1,5789	18,9479	42,743	19,471
37	1,6638	19,9653	45,038	20,516
38	1,7576	21,0917	47,579	21,674
39	1,8525	22,2301	50,147	22,844
40	1,8745	23,4940	52,998	24,141
41	2,0603	24,7237	55,772	25,406
42	2,1719	26,0625	58,792	26,782
43	2,2888	27,4659	61,958	28,224
44	2,4243	29,0924	65,627	29,895
45	2,5389	30,4773	68,751	31,318

Die Anwendung dieser Tabelle ergiebt sich aus den Rubriken selbst, nach welchen die Spannkraft des Wasserdunstes oder E für jeden Grad von — 20° bis + 45° C. durch die Höhe einer Quecksilbersäule, mit der sie das Gleichgewicht in einer Barometerröhre halten würde, ausgedrückt ist. Es ist bloß zu bemerken, daß der Werth E nach jenem Maße aus der Tafel gewählt werden müße, welches auf der Barometerscale vorkömmt; z. B. die beobachtete Temperatur sey 20° C., so ist die größte Spannkraft der Wasserdünste der Höhe einer Quecksilbersäule im Barometer von 0,6396 P. Z. oder 7,6752 P. L. oder 17,314 Millimeter oder 7,788 W. L. gleich, je nachdem man in einem oder dem anderen Maße den Barometerstand beobachtet hat.

§. 47. Dem Dunste kommt bei seiner Vermengung mit Luft das Maximum jener Spannkraft zu, welches ihm bei derselben Temperatur im leeren Raume eigenthümlich wäre. Dieses Gesetz hat Gay-Lussac für die gewöhnlichen Temperaturen mit großer Schärfe erwiesen, und dadurch die im vorigen §. gegebene Tafel der Spannkraft der Dünste im leeren Raume, auch für die Spannkraft der Dünste in der Luft anwendbar gemacht. Er hat mittelst eines zu diesen Versuchen bequemen Apparates dargethan, daß die Luft durch die Beimengung der Dünste ihre Ausdehnsamkeit nicht verliere, sondern das jeder Theil des Gemenges jene absolute Ausdehnsamkeit oder Spannkraft beibehalte, welche seiner jedesmaligen Temperatur und dem Volumen, das er einnimmt, zugehört. Daraus folgt, daß die Luft, wenn mit ihr Dunst gemengt wird, ein größeres Volumen einnimmt als im trocknen Zustande und nach diesem Gesetze läßt sich der Zuwachs des Volumens genau bestimmen. Es sey z. B. das Volumen der trocknen Luft v, das Volumen der mit Dunst gemengten Luft V, die Ausdehnsamkeit der trocknen Luft B, die größte Spannkraft des beigemengten Dunstes E. Nach der Beimengung der Dünste zur Luft, also bei vergrößertem Volumen, ist die Ausdehnsamkeit der Luft allein

kleiner als zuvor, weil das Volumen größer geworden ist, und zwar um eben so viel kleiner als dieses zunahm. Der Zuwachs des Volumens ist aber dem E proportionirt, also die Ausdehnsamkeit der trocknen Luft B — E. Nach dem Gesetze des Mariotte stehen die Ausdehnsamkeiten oder Spannkräfte im verkehrten Verhältniß mit dem Volumen; daher ist $B : B - E = V : v$ und $V = \frac{B\,v}{B - E}$. Dieser Ausdruck enthält den Werth des vergrößerten Luftvolumens. Das ursprüngliche Volumen der Luft war v, folglich beträgt der Zuwachs des Volumens

$$V - v = \frac{B\,v}{B - E} - v = \frac{Bv - Bv + Ev}{B - E} = \frac{E\,v}{B - E}.$$

Addirt man das ursprüngliche Volumen v dazu so hat die Luft das Volumen $v + \frac{Ev}{B - E}$, oder wenn das ursprüngliche Volumen $v = 1$ gesetzt wird, $1 + \frac{E}{B - E}$. Die Vergrößerung des Volumens wird um so mehr betragen, je höher die Temperatur ist, unter welcher die Verdunstung geschieht, weil mit jener die Spannkraft E wächst.

Nachstehende Tabelle enthält die Werthe für $\frac{E}{B - E}$ bei den Temperaturen von $- 20^{\circ}$ bis $+ 45^{\circ}$ C. und bei dem Barometerstande 28 Z. 0,905 L. P. M. oder 760 Millimeter. Bei einem anderen Barometerstande ist dieser für B zu setzen und die Vergrößerung des Volumens darnach zu berechnen.

Vergrößerung des Volumens der Luft durch Sättigung mit Wasserdunst, wenn das Volumen der trocknen Luft = 1 gesetzt wird.

Temperatur nach C.	Zuwachs des Volumens	Temperatur nach C.	Zuwachs des Volumens	Temperatur nach C.	Zuwachs des Volumens
— 20	0,0017	+ 1	0,0071	+24	0,0295
— 19	0,0018	2	0,0076	25	0,0313
— 18	0,0020	3	0,0081	26	0,0332
— 17	0,0021	4	0,0086	27	0,0352
— 16	0,0023	5	0,0092	28	0,0373
— 15	0,0024	6	0,0098	29	0,0397
— 14	0,0026	7	0,0104	30	0,0420
— 13	0,0027	8	0,0111	31	0,0445
— 12	0,0030	9	0,0118	32	0,0472
— 11	0,0032	10	0,0126	33	0,0499
— 10	0,0034	11	0,0134	34	0,0530
— 9	0,0037	12	0,0142	35	0,0561
— 8	0,0039	13	0,0151	36	0,0595
— 7	0,0042	14	0,0161	37	0,0629
— 6	0,0045	15	0,0171	38	0,0667
— 5	0,0048	16	0,0182	39	0,0706
— 4	0,0052	17	0,0194	40	0,0749
— 3	0,0055	18	0,0206	41	0,0792
— 2	0,0058	19	0,0219	42	0,0836
— 1	0,0062	20	0,0223	43	0,0887
0	0,0065	21	0,0233	44	0,0945
		22	0,0262	45	0,0994
		23	0,0278		

Diese Tabelle zeigt, daß die Wasserdünste das Volumen der Luft desto mehr vergrößern, je höher die Temperatur ist, weil die Spannkraft der Dünste mit dieser zunimmt. Da bei 100° C. die Dünste die Ausdehnsamkeit der Atmospäre erreichen, so ist in diesem Falle E = B und $\frac{E}{B - E} = \frac{E}{0} = \infty$; das heißt, sobald die Spannkraft der Dünste in der Luft dem Drucke der Luft gleich würde, so müßte diese ein unbegränztes Volumen einnehmen, wofern nur in dem Maße, als sie sich ausdehnte, der Dunst sich neuerdings zu erzeugen und mit ihr zu verbreiten fortführe. Dabei würde aber alles Gewässer verdunsten und die organische Natur verdorren.

§. 48. Wenn die **Verdunstung** des Wassers in einem von allen Seiten fest geschlossenen Raume geschieht z. B. in einem starken kupfernen Kessel, der einen dunstdichten Deckel hat, so kann nur so lange eine Verdunstung erfolgen, bis der Raum über dem Wasser mit Dünsten, welche die der

Temperatur zukommende größte Spannkraft besitzen, gesättiget ist; denn die entstandenen Dünste drücken auf das Wasser vermög ihres Bestrebens, einen größeren Raum einzunehmen, weil aber das Wasser nicht ausweichen kann, so wird die Ausdehnung der Dünste unmöglich und das Entstehen neuer Dünste durch den Druck der schon vorhandenen und bei fortwährendem Wärmezufluße an Spannkraft gewinnenden Dünste gehemmt.

§. 49. Die Verdunstung in ganz freier Luft geht nach denselben Gesetzen vor sich, nur zum Stillstand kann dieser Prozeß nicht leicht kommen, weil der Dunst, im Augenblicke als er entsteht, sich mit der Luft mengt, und nach allen Richtungen verbreitet. Ein Stillstand müßte nur dann eintreten, wenn weit umher schon so viel Dunst in der Luft verbreitet wäre, als bei der vorhandenen Temperatur bestehen kann, z. B. während eines warmen Regens oder kurz vor- und nachher.

§. 50. Nach dem Gesetze des Mariotte wächst die Ausdehnsamkeit der Luft mit dem Drucke, der auf sie ausgeübt wird und nimmt ab, wie der Druck nachläßt. Anders ist es bei den Dünsten. Eine Dunstmasse, die das ihrer Temperatur zukommende Maximum der Spannkraft hat, läßt sich wohl durch Verminderung des Druckes und Vergrößerung des sie einschließenden Raumes verdünnen; hingegen durch Vermehrung des Druckes oder Verminderung dieses Raumes nicht verdichten, oder auf eine größere Spannkraft bringen. Die Folge des vermehrten Druckes oder verminderten Volumens wäre, daß ein Theil der Dünste tropfbar, und sich als thauartiger Niederschlag an den Wänden zeigen, der übrig gebliebene Dunst aber die seiner Temperatur entsprechende größte Spannkraft, wie er sie vor dem vermehrten Druck oder verminderten Volumen hatte, behalten würde. Durch fortgesetzten Druck ginge die ganze Dunstmasse in Wasser über. Z. B. es habe der Dunst in einem Raume die Temperatur 40° R., folglich die größte Spannkraft 3,284 P. Z. Drückt man ihn auf die Hälfte des Raumes zusammen, so geht die Hälfte in Tropfen über, die andere Hälfte behält die vorige Spannkraft von 3,284 P. Z. Drückt man den Rest wieder auf die Hälfte des Raumes zusammen, so geschieht dasselbe, bis durch fortgesetzten Druck der Dunst zu Wasser geworden ist. Hingegen, wenn die Dunstmasse das ihrer Temperatur entsprechende Maximum der Spannkraft nicht hat, so läßt sie sich, ohne tropfbar zu werden, so lange verdichten, bis sie das Maximum der Spannkraft erreicht. Z. B. wenn die vorige Dunstmasse aus einem kleinen Behälter in einen großen Raum sich ausbrei-

ten könnte, so würde sie verdünnt werden, und dadurch an Spannkraft verlieren; diese sey 1 P. Z. Für einen solchen Fall ließe sich der große Raum so lange vermindern, bis der Dunst wieder das Maximum der seiner Temperatur zukommenden Spannkraft 3,284 P. Z. erhalten hätte, ohne daß dabei etwas in Tropfen überginge. Weitere Verminderung des Raumes hätte die Folge, wie oben gesagt wurde.

§. 51. Die Luft hat die Eigenschaft durch die Wärme ausdehnsamer zu werden, und durch Abkühlung an Ausdehnsamkeit zu verlieren. Bei dem Dunste ist es auch in dieser Beziehung anders. Eine Dunstmasse, welche das ihrer Temperatur zukommende Maximum der Spannkraft hat, kann wie die Luft durch Erwärmung eine größere Spannkraft erhalten; bei der Abkühlung hingegen würde ein Theil des Dunstes tropfbar werden, und der noch übrig bleibende Dunst eine geringere Spannkraft haben, nämlich eine solche, welche der minderen Temperatur als Maximum der Spannkraft zukommt. Z. B. Es sey ein Kubikfuß Dunst von der Temperatur 40° R., folglich sein Maximum der Spannkraft 3,284 P. Z. Wenn man diese Masse ohne Zuwachs neuer Dünste auf 80° R. erhitzt, so würde die Spannkraft für jeden Grad R. um 0,00469 oder für jeden Grad C. um 0,00375 zunehmen, wie es bei der Luft geschieht, und die Spannkraft dieses Dunstes 3,7584 P. Z. seyn, also weit unter dem Maximum, welches für 80° R. 27,84 P. Z. ist, zurückbleiben. Würde die Dunstmasse aber von 40° auf 20° abgekühlt, so würde ein Theil tropfbar werden und bloß jener Theil als Dunst bleiben, der im ganzen Raume ausgebreitet das Maximum der Spannkraft für 20° R., d. i. 0,853 P. Z. hätte. Es dürfte jedoch, ohne daß der Dunst tropfbar würde, eine Abkühlung eintreten, wenn der Raum für die Dunstmenge zu groß wäre, z. B. wenn die Erwärmung von 40° bis 80° R. im obigen Falle Statt fände, und kein neuer Dunst in den Raum käme, so könnte die Abkühlung von 80° bis 40° R. geschehen, ohne daß ein Theil des Dunstes tropfbar würde, weil dieser erwärmte Dunst bei der Temperatur 80° R. nur die Spannkraft 3,7584 P. Z., mithin weit unter dem Maximum hätte. Die Zusammendrückung und Abkühlung der Dünste geht also nur so lange an, bis sie das Maximum der Spannkraft für ihre Temperatur und ihren Raum erreichen; jedes Ueberschreiten dieses Maximums hat zur Folge, daß ein Theil tropfbar wird.

§. 52. In der Atmosphäre ist die Spannkraft des Dunstes meistens unter dem der Temperatur zukommenden Maximum, d. h. die Luft enthält nicht so viel Dunst, als sie enthalten könnte. Wenn der Dunst zu Zeiten das Maximum

erreicht und dann gar übersteigt, so scheidet sich ein Theil in Tropfengestalt aus, die Luft ist feucht. Eine solche Sättigung oder Uebersättigung der Luft mit Dunst, wie man das Maximum und das Uebersteigen des Maximums der Spannkraft nennen könnte, tritt bei anhaltender Wärme und Windstille ein, indem unter diesen Umständen die untere Luftschichte sich mit Dunst sättiget; bei einem von wasserreichen und wärmeren Gegenden kommenden Winde, der viel Dunst mitbringt; bei Abkühlung der Luft und bei schneller Vermehrung des Luftdruckes. Z. B. eine Luftmasse habe die Temperatur 24° R., der Dunst in ihr aber das Maximum für 16° R. Wird diese Luft bis 16° R. abgekühlt, so ist der Dunst auf das Maximum seiner Spannkraft gekommen, obschon er früher davon weit entfernt war. Wird sie weiter bis 12° oder 8° abgekühlt, so übersteigt der Dunst sein Maximum, es muß alsogleich ein Theil desselben tropfbar werden. Eben so müßte, wenn die untere Luftschichte mit Wasserdunst gesättiget wäre, und der Druck der oberen Luft schnell zunehmen würde, der Dunst das Maximum seiner Spannkraft übersteigen und zum Theil tropfbar werden. Diese Ursachen sind es, wenn der heitere Himmel manchmal plötzlich mit Regenwolken oder Nebel bedeckt wird und die gerade entgegengesetzten Ursachen wirken, wenn die Wolken und Nebel eben so schnell wieder verschwinden.

§. 53. Die Hauptgesetze des **Verdunstungsprozesses** sind demnach folgende:

1) Das **Wasser verdunstet** bei der Temperatur über und unter dem Eispunkte bis zu einer noch unbestimmten Gränze von Graden und zwar im luftleeren, wie in dem mit Luft erfüllten Raume und in freier Luft.

2) Der **Dunst** hat eine gewisse größte **Spannkraft** bei jedem Grade der Temperatur, welche durch Verdichtung oder Abkühlung nicht gesteigert werden kann.

3) Der Dunst hat in jedem Raume für jeden Grad der Temperatur eine gewisse **Dichtigkeit**, die durch Erweiterung des Raumes oder durch Vermehrung der Temperatur, bei welcher jedoch kein neuer Dunst entstehen darf, vermindert, und wenn sie auf diese Art vermindert würde, durch Druck oder Abkühlung wieder auf die dem Raume entsprechende Dichtigkeit und die der Temperatur zukommende größte Spannkraft gebracht werden kann.

4) Die Spannkraft des Dunstes im leeren Raum ist unter sonst gleichen Umständen dieselbe, die den mit Luft gemengten Dünsten zukommt.

5) Wenn der Dunst, welcher für einen bestimmten Raum und eine bestimmte Temperatur die größte Spannkraft und

Dichtigkeit hat, zusammengedrückt wird, so geht ein Theil in Tropfen über, der übrige Theil aber behält die vorige größte Spannkraft.

6) Wenn der Dunst, welcher für einen bestimmten Raum und eine bestimmte Temperatur die größte Spannkraft und Dichtigkeit hat, abgekühlt wird, so geht ein Theil in Tropfen über, der übrige Theil behält die der vorhandenen Temperatur angemessene größte Spannkraft.

7) Die Spannkraft des Dunstes ist größer, wenn die Temperatur bei der Verdunstung größer ist und der Raum mit Dunst sich sättigen kann. Ist letzteres nicht der Fall, so steigt zwar die Spannkraft des Dunstes (nach §. 50) mit der Zunahme der Wärme, sie ist aber nicht so groß als wenn sich der Raum mit Dunst gesättiget hätte.

§. 54. Aus einer geringen Menge Wasser entstehen Dünste, deren Volumen jenes des Wassers vielmal übertrifft. Das Volumen der Dünste hat Gay-Lussac auf folgende Weise bestimmt. Er nahm eine mit Quecksilber gefüllte Glasglocke, stürzte diese in ein dasselbe Metall enthaltendes Gefäß um, brachte eine bestimmte Menge Wasser unter die Glocke und stellte diese über einen heißen Ofen. Durch die Hitze erlangte das Quecksilber eine höhere Temperatur, das Wasser kam dadurch zum Sieden, ging in Dunst über und dieser drückte vermög seiner Spannkraft das Quecksilber in der Glasglocke bis auf eine gewisse Tiefe herunter. Sobald das Quecksilber stationär geworden, reduzirte er das Volumen des Dunstes in der Glasglocke auf den vollen Luftdruck, verglich dieses mit dem Volumen des in die Glasglocke gebrachten verdunsteten Wassers und fand, daß der Dunst bei der Temperatur 100° C. und bei dem äußeren Luftdrucke 76 Centimeter oder 28 Z. 0,905 L. P. M. ein Volumen einnimmt, welches jenes des verdunsteten Wassers 1700mal an Größe übertrifft, oder $V : v = 1700 : 1$; wenn V das Volumen des Dunstes und v das Volumen des Wassers bezeichnet.

Aus dieser Erfahrung läßt sich das spezifische Gewicht der Dünste bestimmen, denn die spezifischen Gewichte stehen im verkehrten Verhältnisse mit dem Volumen, wenn die absoluten Gewichte gleich sind. Dieses ist hier der Fall, weil das Wasser und der daraus entstandene Dunst gleich viel wägen; folglich $S : s = v : V$, wenn S das spezifische Gewicht des Wasserdunstes und s jenes des Wassers vorstellt, oder $S : s = 1 : 1700$ und $S = \frac{1}{1700}$, wenn $s = 1$ gesetzt wird.

Man weiß aber auch, daß das spezifische Gewicht der

atmosphärischen Luft bei der Temperatur 100° C. und unter dem Drucke von 28 Z. 0,905 L. P. M. $= \frac{1}{1058,75}$ sey; folglich verhält sich $S : S' = \frac{1}{1700} : \frac{1}{1058,75}$, wenn S' das spezifische Gewicht der Luft bezeichnet, oder auch $S : S' = 1058,75 : 1700$; oder nahe $= 10 : 16 = \frac{10}{16} : 1$. Wenn also der Wasserdunst und die Luft bei gleichem Volumen dieselbe Temperatur und dieselbe Ausdehnsamkeit oder Spannkraft besitzen, so beträgt das Gewicht des Dunstes nur $\frac{10}{16}$ von dem Gewichte der Luft. Z. B. der Dunst sey unter der Temperatur 100° C. entstanden, mithin dessen größte Spannkraft dem Luftdrucke von 28 Z. 0,905 L. P. M. gleich. Ein Kubikfuß Luft unter dieser Temperatur und diesem Drucke wiegt 1,90865 Par. Lth., mithin wiegt ein Kubikfuß Wasserdunst unter denselben Umständen $1,90865 \times \frac{10}{16} = 0,11929$ Par. Lth.

§. 55. Aus dem bekannten Verhältnisse der spezifischen Gewichte der Luft und des Wasserdunstes läßt sich leicht berechnen, welche Wassermenge in einem gegebenen Luftraume enthalten sey. Zu diesem Ende bestimmt man vorläufig das Gewicht der Luft in diesem Raume bei derselben Temperatur und Ausdehnsamkeit, die dem Dunste zukömmt, nach dem allgemeinen Ausdrucke

$$S = \frac{sb}{28\,(1 \pm 0,00469\ t)}$$

in welchem s das Gewicht der Luft unter einem Kubikfuß bei 0 R. Temperatur und dem Luftdrucke 28 P. Z. oder 9,4 Quintel Wien. Gewicht, b den Druck der Luft oder den Barometerstand zur Zeit und am Orte des Versuches, t die Temperatur dieser Luft nach R. bedeutet. Das Zeichen + im Nenner gilt für Temperatur über 0 R. und — für Grade unter 0 R.

Nach dem vorigen §. müssen bei diesen Rechnungen die Luft und der Wasserdunst dieselben Ausdehnsamkeit oder Spannkraft besitzen oder derselben Quecksilberhöhe im Barometer das Gleichgewicht halten, folglich muß b = E seyn. Dann ist das spezifische Gewicht der Luft

$$S = \frac{9,4 \times E}{28\,(1 \pm 0,00469\ t)}$$

Wird in dieser Formel die größte Spannkraft des vorhandenen Wasserdunstes nach der Tafel (im §. 46) anstatt E, und die bestehende Temperatur anstatt t gesetzt, so erhält man das spezifische Gewicht eines Kubikfußes der Luft, und wenn man dieses mit $\frac{10}{16}$ multiplizirt, die Wassermenge in einem Kubikfuße dieser Luft. Z. B. es sey t = 24° R. (= 30° C.); E für diese Temperatur (nach §. 46) = 1,1320 P. Z. Werden diese Werthe in die Formel gesetzt, so ist

$$S = \frac{9,4 \times 1,132}{28\ (1 + 0,00469 \times 24)} = \frac{10,6408}{31,15168} =$$

0,341 Quintel W. G. und $\frac{10}{16}$ S = $\frac{10}{16} \times 0,341 =$ 0,213 Quintel W. G. Weiß man, daß in einem Kubikfuße 0,213 Quintel Wasser enthalten sind, so hat man dieses mit der Anzahl der Kubikfuße des gegebenen Raumes zu multipliziren, um die vorhandene Wassermenge in diesem Raume zu wissen.

§. 56. Da der Luft allezeit Wasserdünste beigemengt sind, und diese ebenfalls vermög ihrer Spannkraft einen Druck ausüben, so ist die Quecksilberhöhe im Barometer die gemeinschaftliche Wirkung des Luftdruckes und der Spannkraft der Wasserdünste. Soll der Barometerstand, in so ferne derselbe von dem Luftdrucke allein abhängt, bestimmt werden, so muß von dem beobachteten Barometerstande jener Theil abgezogen werden, welcher der Spannkraft der Wasserdünste zuzuschreiben ist. Zu dieser Bestimmung führt der §. 54, in welchem bewiesen wurde, daß der Druck der Wasserdünste $\frac{10}{16}$ des Luftdruckes unter denselben Umständen gleich sey. Weiß man die größte Spannkraft der vorhandenen Wasserdünste oder E, und denkt man sich eine Luft von der Ausdehnsamkeit E; so ist $\frac{10}{16}$ E der Druck der Wasserdünste, und folglich B — $\frac{10}{16}$ E der Druck der trocknen Luft, wenn B den beobachteten Barometerstand bezeichnet.

Der Druck der trocknen Luft wäre nach diesem Verfahren richtig bestimmt, wenn der Dunst von unten nach oben in demselben Verhältnisse an Dichtigkeit abnehmen würde, wie die Luft. Nach der Erfahrung ist jedoch dieses nicht der Fall, sondern die Luft enthält gegen der Oberfläche der Erde absolut und relativ mehr Wasserdünste, als in deu oberen Regionen.

Adam Anderson beobachtete in den Gebirgen von Perthshire in verschiedenen Höhen die Dichte des Wasserdunstes und fand diese schon in einer Höhe von 4500 Fuß auf die Hälfte, der an der unteren Station beobachteten Dichte, vermindert, während bei der Luft eine solche Abnahme an Dichtigkeit erst in einer Höhe von 18000 Fuß eintrifft *). Da 4500 : 18000 = 1 : 4, so folgt, daß die Dichte der Wasserdünste viermal früher nach oben abnimmt, als die Dichte der trocknen Luft, und daß deßwegen das Gewicht einer Dunstsäule viermal kleiner, als das Gewicht einer Luftsäule unter denselben Umständen ist. Das Gewicht der Dunstsäule kann demnach nicht $= \frac{10}{16}$ E gesetzt werden, sondern es wird $= \frac{10}{16} E \times \frac{1}{4} = \frac{10}{64}$ E oder nahe $\frac{1}{6}$ E, folglich der von der trocknen Luft herrührende Barometerstand $= B - \frac{1}{6} E$.

Z. B. der beobachtete Barometerstand sey 26'' 5''' P. M.; die Temperatur 9° R. die größte Spannkraft der Dünste in der Luft bei der Temperatur 9° R. oder 11,25° C. nach §. 46 ist 4,4658 P. L.; mithin

$$B - \frac{1}{6} E = 26'' \, 5''' - \frac{4{,}4658'''}{6} = 26'' \, 4{,}2557'''.$$

Das Weitere über die Versuche, welche Dalton und Gay-Lussac in Bezug auf den Verdunstungsprozeß anstellten, findet man in Gilbert, Annalen der Physik B. 15 und Biot, Traité de Physique experimentelle et mathem. Paris 1823 T. 1.

H. Hygrometer.

§. 57. Zur Bestimmung, sowohl des durch Beimengung der Wasserdünste vergrößerten Luftvolumens. $\left(\frac{E}{B-E}\right)$ §. 47, als des von der trocknen Luft allein herrührenden Barometerstandes §. 56, ist es nothwendig, den Werth von E oder die größte Spannkraft der Wasserdünste zur Zeit der Beobachtung zu wissen. Sehr leicht würde dieses seyn, wenn die Luft allezeit mit Dunst gesättiget wäre, oder der Dunst die größte Spannkraft hätte; denn unter dieser Voraussetzung wäre bloß die Temperatur der Luft zu beobachten; und die dieser Temperatur entsprechende größte Spannkraft aus Dal-

*) Baumgartner und v. Ettingshausen Zeitschrift für Physik rc. B. 1.

tons Tafel (§. 46) zu entnehmen. Man könnte auch die jedesmalige Spannkraft an einem von Herrn Direktor **Prechtl** angegebenen Instrumente unmittelbar ablesen. Dieses ist eine heberförmige gleichschenkelige, luftdicht verschlossene Glasröhre acb (Fig. 15), deren beide Arme bis auf eine gewisse Höhe mn mit Quecksilber gefüllt sind, einer aber z. B. ca über dem Quecksilber etwas Wasser enthält. Zwischen beiden Armen befindet sich die Scale, wie bei einem Barometer, in Zolle und Linien eingetheilt. Das Wasser ober m verdunstet, die Dünste im Raume ma drücken vermög ihrer Spannkraft das Quecksilber und dieses sinkt, bis die Spannkraft der Dünste mit dem Unterschiede der Quecksilbersäulen in beiden Schenkeln, im Gleichgewichte steht. Diesen Unterschied z. B. es liest man an der Scale ab, und man hat E für die bestehende Temperatur, wenn das Instrument in der freien Luft sich befindet.

Schwieriger ist E zu finden, wenn die Luft mit Dunst nicht gesättiget ist, dieser die größte Spannkraft für die bestehende Temperatur nicht hat. In einem solchen Falle, welcher auch der gewöhnliche ist, hat man den Dunst erst auf die größte Spannkraft zu bringen, und wenn dieses geschehen, seine Temperatur zu beobachten. Dazu gehören gewisse Vorrichtungen oder Instrumente, welche **Hygrometer**, **Feuchtigkeitsmesser** heißen. (ὑγρος feucht, μετρον Maß.)

§. 58. Einfach ist die **hygrometrische** Vorrichtung des **Dalton**. Er nahm ein **Cylinderglas** mit dünnen Wänden, füllte es mit Wasser von der Temperatur der zu untersuchenden Luft an, und stellte zur Beobachtung der Temperatur ein Thermometer hinein. Nach diesen Vorbereitungen erkaltete er das Wasser durch langsame Mischung mit kälterem Wasser oder Eis so lange, bis sich die äußere Fläche des Glases mit feinem **Thaue** zu beschlagen anfing. Im Augenblicke des Sichtbarwerdens dieses Thaues beobachtete er den Thermometerstand im Glase, und suchte die dieser Temperatur zukommende Spannkraft der Wasserdünste (§. 46). Da dieses sehr viel Aufmerksamkeit erfordert, so verbesserte **Dalton** sein Verfahren dadurch, daß er das Verschwinden des Thaues an einer Stelle beobachtete, in demselben Augenblicke den Thermometerstand im Glase ablas, und diesem gemäß die größte Spannkraft der Dünste nahm. Es ist allerdings leichter, den Anfang des Verschwindens des Thaues an einer Stelle zu bemerken, als die Abkühlung so langsam anzustellen, daß der Anfang des Bethauens nicht übersehen wird; deßhalb ist letzteres Verfahren sicherer. Bei erforderlicher größerer Genauigkeit dürfte es am besten seyn, das E auf beide Arten zu finden; nämlich zuerst durch Abkühlung,

bis sich das Glas mit Thau beschlägt, darnach durch Beobachtung des beginnenden Verschwindens dieses Thaues, in beiden Fällen der Thermometerstände im Glase zu bemerken, und dann für das Mittel dieser die größte Spannkraft der Dünste (§. 46) zu suchen. Z. B. das Glas fängt sich bei 8° R. zu beschlagen an, und bei 8,2° R. beginnt an einer Stelle das Verschwinden des Thaues, so ist die mittlere Temperatur $\frac{8 + 8,2}{2} = 8,1°$ R. $= 10,12°$ C., welcher die Spannkraft der Dünste $= 4,2002$ P. L. entspricht.

§. 59. Dieses Verfahren gründet sich auf §. 51. Es sey z. B. die Temperatur der Luft 16° R. und der vorhandene Dunst habe die größte Spannkraft, oder er habe sie nicht. Im ersten Falle kann er die geringste Abkühlung nicht ertragen, das Glas wird alsogleich bethauet, wenn das Wasser nur wenig erkaltet wird und die Bethauung hört nicht eher auf, als bis das Wasser die Temperatur 16° R. wieder erhalten hat. Im andern Falle läßt sich das Wasser abkühlen bis auf jenen Grad der Temperatur, bei welchem der Dunst seine größte Spannkraft hätte. Wäre diese der Temperatur 8° R. zukommend, so kann die Abkühlung bis 8° R. erfolgen, ohne daß das Glas bethaut wird; unter 8° R. beginnt die Bethauung, die nicht eher verschwindet, als bis das Glas die Temperatur 8° R. wieder erhalten hat. Es kann sich wohl ereignen, daß die Bethauung nicht verschwindet, obgleich das Wasser im Glase die Temperatur, die es vor der Bethauung hatte, wieder erhält; diese Erscheinung wäre ein Zeichen, daß die das Glas umgebende Luft mit Dunst gesättigt und mehr Wasser aufzunehmen nicht fähig ist.

§. 60. Bequemer zum Beobachten und zum Uebertragen als das Cylinderglas des Dalton ist das Schwefelätherhygrometer nach Körner (Fig. 16). Es besteht aus einen Quecksilberthermometer, dessen Kugel aufwärts gebogen, mit Musselin eingehüllt und an der untern Hälfte mit einem metallenen vergoldeten Schälchen belegt ist. Zur Zeit der Beobachtung bringt man mit einem kleinen Pinsel einige Tropfen Schwefeläther auf den Musselin, der vermög seiner Flüchtigkeit schnell verdunstet und den Raum abkühlt. Dadurch wird die Kugel des Thermometers erkaltet, das Quecksilber sinkt und an das vergoldete Schälchen schlägt sich feiner Thau aus der umgebenden Luft nieder, der leicht bemerkt werden kann, weil das polirte Schälchen den Glanz verliert. In dem Augenblicke der Bethauung liest man den Thermometerstand am Instrumente ab, und sucht für diesen in Daltons Tafel (§. 46) das E oder die größte Spannkraft der vorhandenen Wasserdünste.

Jener Grad der Temperatur, bei welchem am Hygrometer nach Körner oder am Cylinderglase nach Dalton die Bethauung beginnt, heißt der Thaupunkt.

Bei dem Gebrauche dieses Instrumentes so wie des Cylinderglases nach Dalton zur Bestimmung des Thaupunktes darf die Kugel oder das Cylinderglas keinem Luftzuge ausgesetzt seyn, damit der entstehende Thau nicht aufgetrocknet werde; der Beobachter soll nicht zu nahe seyn, damit die Wärme des Körpers die Bethauung nicht verspäte; und das Auftröpfeln des Aethers hat, wie das Abkühlen des Daltonschen Glases, langsam zu geschehen, damit die Abkühlung nicht zu schnell erfolge und der Anfang der feinsten Bethauung nicht unbemerkt bleibe.

§. 61. Ein anderes Instrument, zur Bestimmung der größten Spannkraft der Wasserdünste in der Luft ist das Psychrometer, Naßkältemesser, nach Anderson und August *) (ψυχρος naßkalt und μετρον Maß).

Die Einrichtung dieses Instrumentes ist folgende: Eine messingene Rahme acdb (Fig. 17) schließt zwei auf einander liegende Glastafeln ein, deren eine matt geschliffen ist. Auf diesen sind neben einander zwei genau übereinstimmende Thermometer mn und ef, deren Scalen von 20° bis 40° R. reichen, befestiget. Das eine Thermometer ef hat eine mit Musselin überzogene Kugel, die frey in einem runden Ausschnitte der Glastafeln hängt. Neben diesem Thermometer befindet sich ein gläsernes mit Wasser gefülltes Gefäß pigl, durch dessen messingenen Deckel pl ein enges Glasröhrchen ok hervorragt, innerhalb welchem ein Baumwollenfaden okt gezogen ist, der bis zur Thermometerkugel reicht. Dieser Faden zieht vermög der Capillarität das Wasser aus dem Glase in die Höhe und führt es auf die Thermometerkugel t, wo es verdunstet. Da die zum Verdunsten nöthige Wärme diesem Thermometer und der ihn umgebenden Luft entzogen wird, so sinkt das Thermometer. Das Verdunsten des Wassers dauert so lange, bis die umgebende Luft mit Dünsten gesättiget ist oder diese die größte Spannkraft für die bestehende Temperatur erlangt haben; ist diese erreicht, so hört die weitere Erkältung, das Sinken des Thermometers auf, dessen Temperatur ist stationär. Nun beobachtet man beide Thermometerstände, nimmt deren Unterschied und berechnet hieraus die größte Spannkraft des in der Luft vorhandenen Dunstes.

§. 62. Für die Berechnung der Spannkraft sey:

Das spezifische Gewicht der das Thermometer zunächst umgebenden trocknen Luft, bei dem Barometerstande b und der Temperatur t° R. = S.

*) August, Anwendung des Psychrometers zur Hygrometrie. Berlin 1828.

Das spezifische Gewicht derselben trocknen Luft bei 0° R. und dem Barometerstande 28 Z. P. M. = s.

Die Luftwärme, welche zur Zeit der Beobachtung das trockne Thermometer anzeigt, nach R.° = T.

Die Temperatur, welche zur nämlichen Zeit das befeuchtete Thermometer anzeigt, nach R.° = t.

Die größte Spannkraft des Dunstes bei der Temperatur T = E.

Die größte Spannkraft des Dunstes bei der Temperatur t = e.

Der beobachtete Barometerstand ist b, folglich der Druck der trocknen Luft, (ohne den Druck der bei der Temperatur t beigemengten Wasserdünste) = b — e.

Nach §. 55 ist das spezifische Gewicht der trocknen Luft bei der Temperatur t und dem Barometerstande b — e oder

$$S = \frac{s\,(b - e)}{28\,(1 + 0{,}00469\,t)} \qquad (I)$$

Auch ist nach §. 54 das spezifische Gewicht des ursprünglich in der Luft bei der Temperatur t vorhandenen Wasserdunstes oder

$$P = \frac{\frac{5}{8}\,sE}{28\,(1 + 0{,}00469\,t)} \qquad (II)$$

Das spezifische Gewicht p des um das befeuchtete Thermometer neu gebildeten Dunstes bei der Temperatur t, dessen Spannkraft e — E (indem er schon vorher die Spannkraft E hatte, und erst in e überging), ist nach §. 54

$$p = \frac{\frac{5}{8}\,s\,(e - E)}{28\,(1 + 0{,}00469\,t)} \qquad (III)$$

Die spezifische Wärme der trocknen Luft sey C, der Unterschied der Temperatur am trocknem und befeuchtetem Thermometer T — t = d. Da die Wärmemenge eines Körpers gleich ist dem Produkte aus seiner Masse, Temperatur und spezifischen Wärme, so ist die Wärmemenge der trocknen Luft bei dem Gewichte S, und der Temperatur T — t = SC (T — t) oder wenn für S der Werth (I) und für T — t obiger Werth d gesetzt wird

$$\frac{Cds\,(b - e)}{28\,(1 + 0{,}00469\,t)} \qquad (IV)$$

Diese Wärmemenge wird der trocknen Luft bei dem Verdunstungsprozesse und der daraus erfolgten Abkühlung von T^o bis t^o entzogen. Die spezifische Wärme des Wasserdunstes sey c, dessen Wärmemenge für das Gewicht P und den Temperaturunterschied T — t ist Pc (T — t) und wenn für P der Werth (II), für T — t, wie oben d gesetzt wird

$$= \frac{\frac{5}{8} sEcd}{28\ (1 + 0{,}00469\ t)} \quad (V)$$

Diese Wärmemenge verliert der bei der Temperatur T^o vorhandene Wasserdunst durch die Abkühlung bis t^o.

Endlich sey n die Anzahl der Wärmegrade, um welche die Temperatur des Wassers von der Masse = 1 durch die von einer Dunstmenge = 1 gebundene Wärme gesteigert werden könnte; so würde die Temperatur desselben von der Dunstmenge p um pn Grade gesteigert oder wenn für p der Werth (III) gesetzt wird, um

$$\frac{\frac{5}{8} ns\ (e - E)}{28\ (1 + 0{,}00469\ t)} \quad (VI)$$

Die von der Dunstmenge p gebundene Wärme ist aber eben jene, welche die trockne Luft und der in dieser ursprünglich schon vorhandene Dunst verloren haben, folglich ist der Werth im Ausdrucke (VI) gleich den Werthen (IV) und (V) oder

$$\frac{\frac{5}{8} ns\ (e - E)}{28\ (1 + 0{,}00469\ t)} = \frac{dsC\ (b - e) + \frac{5}{8} cdsE}{28\ (1 + 0{,}00469\ t)}$$

und weil der Nenner der Gleichung derselbe ist,

$$\frac{5}{8} ns\ (e - E) = dsC\ (b - e) + \frac{5}{8} cdsE$$

oder weil $\frac{5}{8} = 0{,}625$

$$0{,}625\ ns\ (e - E) = dsC\ (b - e) + 0{,}625\ cdsE.$$

Die spezifische Wärme C der atmosphärischen trocknen Luft, wenn die spezifische Wärme des Wassers = 1 gesetzt wird, ist nach La Roche und Berard*) = 0,2669, die spezifische Wärme C der Wasserdünste ist = 0,8470.

---

*) Journal d. Physique t. 76.

Nach Gay-Lussac, Clement und Desormes ist die mittlere Größe von $n = 440^\circ$ R. indem ein Pfund Wasser von 80° R., um es in Dunst von derselben Temperatur zu verwandeln, so viele Wärme braucht, daß man damit ein Pfund Wasser von 0° R. bis 440° R. erhitzen könnte.

Werden diese Werthe in der letzten Gleichung gesetzt und früher alle Ausdrücke durch s dividirt, so ist

$$0{,}625 \times 440\,(e - E) = 0{,}2669\, d\,(b - e) + 0{,}625 \times 0{,}8470\, dE$$

oder nach der wirklichen Multiplikation

$$275\,(e - E) = 0{,}2669\, d\,(b - e) + 0{,}5293750\, dE$$

und weil E die Spannkraft der wirklich vorhandenen Dünste bei der Temperatur des trocknen Thermometers ist, und diese Größe gesucht wird,

$$275\, e - 275\, E = 0{,}2669\, d\,(b-e) + 0{,}5293750 \times dE$$
$$- 275\, E - 0{,}5293750\, E = 0{,}2669\, d\,(b - e) - 275\, e$$

und wenn die Zeichen geändert werden,

$$E\,(275 + 0{,}5293750\, d) = 275\, e - 0{,}2669\, d\,(b - e)$$

$$E = \frac{275\, e - 0{,}2669\, d\,(b - e)}{275 + 0{,}5293750\, d}$$

Geschieht die Division bloß durch den ersten Theil des Nenners 275, so wird

$$E = e - 0{,}00097\, d\,(b - e)$$

und wenn man e in Bezug auf b sehr klein denkt, annäherungsweise

$$E = e - 0{,}00097\, db.$$

Um E oder die größte Spannkraft der in der Luft vorhandenen Wasserdünste zu erkennen, muß man also e, d und b wissen. Diese Größen sind aber bestimmbar, indem b der herrschende Barometerstand, d der Unterschied der Temperatur des trocknen und des befeuchteten Thermometers am Psychrometer, und e die größte Spannkraft der Wasserdünste bei der Temperatur des befeuchteten Thermometers t ist; b, t und d geben die Instrumente, und e die Tafel im §. 46. Es ist bloß zu bemerken, daß der Barometerstand in demselben Maße (Wiener- oder Pariser Linien, Wiener- oder Pariser Zollen oder in Theilen des Meters) wie die Expansivkraft der Wasserdünste in Daltons

Tafel, und d in Graden nach der Scale des Reaumur ausgedrückt werden müsse.

§. 63. Die Formel für die Spannkraft des Wasserdunstes $E = e - 0{,}00097\ bd$ hat ihre Gültigkeit, wenn das Wasser am befeuchteten Thermometer im tropfbaren Zustande oder die Temperatur t über dem Eispunkte ist. Im Falle, daß das Wasser gefriert, oder die Temperatur t unter dem Eispunkte ist, wie es im Winter eintrifft, muß für n eine andere Substitution Statt finden, weil die von der Luft und den ursprünglich vorhandenen Wasserdünsten abgegebene Wärme nicht allein zur Bildung neuer Dünste, sondern auch zur Schmelzung des Eises verwendet wird. Nach Lavoisier und Laplace braucht ein Pfund Eis zur Schmelzung so viele Wärme, daß man damit ein Pfund Wasser um 60° R. erwärmen könnte. Diese Erfahrung vergrößert den obigen Werth für n um 60, daher $n = 440 + 60 = 500$. Uebrigens wird dann die Rechnung wie oben weiter geführt und man erhält

$$E = e - 0{,}00085\ bd.$$

Wenn die Thermometer am Psychrometer die Scale nach Celsius haben, so giebt die Rechnung für die Temperatur über 0°

$$E = e - 0{,}0008\ bd$$

und für die Temperatur unter 0°

$$E = e - 0{,}0007\ bd.$$

§. 64. Zur Beobachtung des Feuchtigkeitszustandes der Luft wird oft das Haarhygrometer nach Saussure gebraucht. Dieses gründet sich auf der Eigenschaft der Menschenhaare, welchen durch Auslaugung in einer schwachen Kalilauge ihr natürliches Fett benommen wurde, in der Feuchtigkeit länger, und in der Trockenheit kürzer zu werden. Es ist in Fig. 18 vorgestellt. Die messingene Rahme ABCD dient als Träger. Das obere Ende a des etwa 10 Zoll langen Haares ist durch eine kleine Zwinge festgehalten, das untere Ende b mit dem Umkreise einer um die Axe c sehr beweglichen Rolle bdf in feste Verbindung gebracht, die von unten nach oben durch das Haar, von oben nach unten durch ein kleines, an einer anderen Stelle des Umkreises der Rolle angebrachtes Gewicht e gezogen wird. Die Verkürzung des Haares bringt die Drehung der Rolle nach einer Richtung zuwege, bei Verlängerung des Haares erfolgt durch das kleine Gewicht die Drehung der Rolle nach der entgegengesetzten Richtung. Die Axe der Rolle setzt eine lange Nadel cg in Gang, die durch ihre Bewegung längs eines Gradbogens MN die Größe der Verlängerung und

Verkürzung, welche das Haar in Folge der Veränderungen des Feuchtigkeitszustandes der umgebenden Luft erleidet, anzeigt. Schließt man dieses Hygrometer in eine mit Luft gefüllte Glasglocke ein, dessen Wände mit Wasser benetzt worden sind, so sieht man die Nadel bald längs des Gradbogens steigen, bis sie endlich bei einem gewissen Punkt, z. B. M, stehen bleibt. Versetzt man jetzt das Hygrometer in eine andere Glasglocke, in welcher die Luft seit mehreren Tagen mit austrocknenden Substanzen eingeschlossen gewesen ist, so sieht man bald die Nadel zurückgehen, oder sinken, bis sie endlich wiederum bei einem gewissen Punkte, z. B. N, stehen bleibt. Saussure nennt letzteren äußersten Punkt N am Gradbogen, bei welchem die Nadel stehen bleibt, den Punkt der größten Trockenheit und bezeichnet ihn mit 0; den anderen äußersten Punkt M, den Punkt der größten Feuchtigkeit, diesen bezeichnet er mit 100; den zwischen beiden begriffenen Theil des Gradbogens theilt er in 100 gleiche Theile und erhält so die Zwischengrade der Feuchtigkeit.

§. 65. Bringt man dieses Hygrometer in einen mit Wasserdunst gesättigten Raum, so verlängert sich das Haar, die Nadel steigt auf den Punkt der größten Feuchtigkeit oder 100, und zwar bei jeder Temperatur, wenn nur der Raum mit Dünsten gesättiget ist; obwohl bei höheren Temperaturen mehr Wasserdunst in dem Raume sich befindet, als bei niederen.

Diese Erscheinung hat in der Wirkung der dabei vorkommenden Kräfte ihren Grund, deren eine in der Verwandtschaft des Haares zum Wasser, in dem Bestreben des Haares, den Dunst in Wasser zu verwandeln und an sich zu ziehen, die andere in dem Bestreben des Dunstes ausdehnsam zu bleiben, besteht. Die letztere Kraft ist wandelbar; sie ist desto größer, je weiter die Spannkraft von dem Maximum absteht und desto kleiner, wenn das Umgekehrte Statt findet, am kleinsten, wenn der Dunst das Maximum der Spannkraft besitzt. In diesem Falle wird durch die Verwandtschaft des Haares zum Wasser das Bestreben des Dunstes ausdehnsam zu bleiben, leichter überwunden; das Haar kann sich mit Wasser sättigen; wobei es sich am meisten verlängert, und die Nadel auf den Grad der größten Feuchtigkeit oder 100 zeigt. Dieses Verhältniß der beiden Kräfte ist immer gleich, wenn der Dunst dieselbe Spannkraft hat, welche auch immer die Temperatur des Raumes seyn mag. Hieraus ergiebt sich ein leichtes Verfahren, für den Hygrometerstand 100 die größte Spannkraft der Wasserdünste zu finden; man beobachtet nämlich die Temperatur an dem auf dem Instrumente selbst angebrachten Thermometer mn, und

sucht in Daltons Tafel §. 46 die dieser Temperatur entsprechende Spannkraft; diese ist die größte Spannkraft der in der Luft vorhandenen Wasserdünste.

§. 66. Bringt man das Hygrometer in einen mit Wasserdünsten nicht gesättigten Raum, so wird das Haar sich mit Wasser nicht mehr sättigen können, weil das Bestreben der Dünste ausdehnsam zu bleiben größer ist und die Wirkung des Haares auf die Dünste eher aufhört, als es sich vollkommen mit Wasser gesättiget hat. Jetzt wird das Haar sich nicht bis auf das Maximum verlängern, die Nadel nicht auf 100 zeigen, sondern bei geringerer Verlängerung bei einem tieferen Grade stehen bleiben. Nun frägt es sich, welche Spannkraft der Dunst bei diesen Hygrometergraden hat. Dem Saussure gelang es nicht, das Verhältniß zwischen der Spannkraft der Wasserdünste aufzufinden, sondern erst Gay-Lussac hat dieses durch ein eben so einfaches als sicheres und sinnreiches Verfahren auf empirischem Wege aus vielfältigen Beobachtungen unter bekannten Umständen abgeleitet. Nachdem er sich ein Hygrometer verschaffte, das einen sich gleichbleibenden Gang hat, stellte er es unter ein Glasgefäß, das zum Theil mit einer Salzauflösung angefüllt war. Bald wurde der innere Raum mit Wasserdünsten gesättiget, und zwar bis zu der Gränze, welche die gegenwärtige Temperatur zuließ. Nachdem sich das Hygrometer mit diesen Dünsten in das Gleichgewicht gesetzt hat, blieb die Nadel zuletzt bei einem gewissen Grade der Scale stehen. Nun bestimmte er durch andere Mittel die Spannkraft des in dem Glasgefäße entstandenen Dunstes, und wußte dadurch auch, welche Spannkraft dem gegenwärtigen Hygrometergrade entspricht; dann wiederhohlte er den nämlichen Versuch bei der nämlichen Temperatur für verschiedene andere Abstufungen der Spannkraft der Wasserdünste, und fand eben so viele Bestimmungen der Hygrometergrade oder die Spannkraft, welche mit diesen übereinstimmt.

Nachstehende Tabelle liefert die Resultate der Untersuchungen des Gay-Lussac mit den Interpolationen des Biot. Die Spannkraft des Wasserdunstes bei vollkommener Sättigung des Raumes mit Dunst ist durch 100, die andern geringeren Grade der Spannkraft sind durch Hunderttheilchen dieser als Einheit zu Grunde gelegten Größe ausgedrückt. Die Tabelle giebt daher das Verhältniß zwischen der größten Spannkraft und der bestehenden Spannkraft der Dünste bei der beobachteten Temperatur an.

Haarhygr. Grade	Spann-kraft des Dunstes	Haarhygr. Grade	Spann-kraft des Dunstes	Haarhygr. Grade	Spann-kraft des Dunstes	Haarhygr. Grade	Spann-kraft des Dunstes
0	0,00	26	12,59	52	29,38	78	58,24
1	0,45	27	13,14	53	30,17	79	59,73
2	0,90	28	13,69	54	30,97	80	61,22
3	1,35	29	14,23	55	31,76	81	62,89
4	1,80	30	14,78	56	32,66	82	64,57
5	2,25	31	15,36	57	33,57	83	66,24
6	2,71	32	15,94	58	34,47	84	67,92
7	3,18	33	16,52	59	35,37	85	69,59
8	3,64	34	17,10	60	36,28	86	71,49
9	4,10	35	17,68	61	37,31	87	73,39
10	4,57	36	18,30	62	38,34	88	75,29
11	5,05	37	18,92	63	39,36	89	77,19
12	5,52	38	19,54	64	40,39	90	79,09
13	6,00	39	20,16	65	41,42	91	81,09
14	6,48	40	20,78	66	42,58	92	83,08
15	6,96	41	21,45	67	43,73	93	85,08
16	7,46	42	22,12	68	44,89	94	87,07
17	7,95	43	22,79	69	46,04	95	89,06
18	8,45	44	23,46	70	47,19	96	91,25
19	8,95	45	24,13	71	48,51	97	93,44
20	9,45	46	24,86	72	49,82	98	95,63
21	9,97	47	25,59	73	51,14	99	97,81
22	10,49	48	26,32	74	52,45	100	100,00
23	11,01	49	27,06	75	53,76		
24	11,53	50	27,79	76	55,25		
25	12,05	51	28,58	77	56,74		

Soll nach dieser Tabelle die größte Spannkraft des Dunstes bestimmt werden, so beobachtet man den Hygrometergrad, sucht diesen in der ersten Spalte und nimmt die Zahl, welche daneben in der zweiten Spalte steht. Auch beobachtet man den Thermometerstand am Hygrometer und sucht in Daltons Tafel §. 46 die der beobachteten Temperatur entsprechende Spannkraft. Diese beiden gefundenen Größen werden multiplizirt, das Produkt durch 100 getheilt, und der betreffende Quotus zeigt die größte Spannkraft der Dünste in dem Raume, in welchem das Hygrometer stand, an. Denn ist E die größte Spannkraft der Wasserdünste bei der bestehenden Temperatur, e die wirkliche Spannkraft der Dünste, so ist $\frac{e}{E}$ das Verhältniß dieser

Spannkräfte oder q, d. i. $\frac{e}{E} = q$, folglich $e = Eq$. E giebt **Daltons** Tafel, q findet man in der obigen Tafel des **Gay-Lussac**. Die Theilung durch 100 hat zu geschehen, weil die größte Spannkraft durch 100, nicht aber durch 1 von **Gay-Lussac** bezeichnet wurde. Z. B. Das Hygrometer zeigt 90°, das Thermometer am Hygrometer 15° R. = 18,75° C. oder nahe 19° C. Für 90 Hygrometergrade ist die Spannkraft nach obiger Tafel 79,09; für 19° C. ist die Spannkraft nach Dalton 7,2204 P. L., folglich ist die Spannkraft der vorhandenen Wasserdünste $\frac{79,09 \times 7,2204}{100}$ = 5,71 P. L.

Obschon **Gay-Lussac** seine Versuche bei der Temperatur 10° C. anstellte, so kann man ohne Irrthum den Gebrauch seiner Tabelle auf jede andere Temperatur zwischen 0 und 100° ausdehnen, weil die bei einer anderen Temperatur den Dünsten zukommende größte Spannkraft in der Formel $e = Eq$, mittelst E in Rechnung gebracht wird, und nach **Prinsep** q für alle Wärmegrade gleich ist.

Einfacher hat **Melloni** die den Graden des **Haarhygrometers** entsprechende Spannkraft der Dünste bestimmt. Er brachte das Instrument in eine Glasglocke, welche Dünste von größter Spannkraft enthielt und mit Quecksilber gesperrt war. Nun zeigte das **Hygrometer** 100° an. Darnach wurde der Dunst im Recipienten durch Vergrößerung seines Volumens verdünnt, was durch allmählige Hebung des Recipienten aus dem sperrenden Quecksilber geschehen konnte. Jetzt haben die Dünste nicht mehr das Maximum der Spannkraft, sondern eine um so viel verminderte Spannkraft, als die Vergrößerung ihres Volumens beträgt. Da sich die neue verminderte Spannkraft nach dem Volumen berechnen läßt, so entspricht diese dem Hygrometergrade, den man in dem verdünnten Dunste beobachtet hat. Die Resultate, die **Melloni** aus seinen Untersuchungen ableitete, sind aber durchaus größer als in obiger Tabelle. Vielleicht liegt die Ursache in der Verschiedenheit der Haare oder überhaupt in der Schwierigkeit, übereinstimmende Instrumente dieser Art zu verfertigen und sie übereinstimmend zu erhalten; denn jedes Haar stirbt mit der Zeit ab, wird für die Dünste immer unempfindlicher, die beiden fixen Punkte der Scale rücken einander näher, je weniger das Haar eine Verlängerung oder Verkürzung weiter zu erleiden geeignet ist; bis sie endlich zusammen fallen und der Zeiger des Instrumentes in der feuchten so wie in der trocknen Luft an demselben Orte stehen bleibt. Vergleichungen mehrerer Haarhygrometer zeigen, daß es kaum möglich seyn dürfte, übereinstimmende Instrumente dieser Art zu verfertigen.

Das Ausführliche über Haarhygrometer findet man bei **Saussure, Essais sur l'hygrometrie, Genevre 1783** (deutsch, Leipzig 1784) und **Biot, Traité de Physique experiment. et. math. Paris 1823 t. 1.** (deutsch, Leipzig 1824).

§. 67. Unter den angeführten Instrumenten, mit welchen die größte Spannkraft der Wasserdünste in der Luft gefunden wird, verdient das Psychrometer den Vorzug, weil die Größen, von denen E abhängt, nämlich der Barometerstand b am Beobachtungsorte, der Unterschied der Thermometerstände am Psychrometer d, und die Spannkraft e, welche die Dünste bei der Temperatur des mit Wasser benetzten Thermometers (am Psychrometer) haben, leicht bestimmbar sind, indem b und d an den Instrumenten unmittelbar beobachtet, e aber aus Daltons Tafel (§. 46) entnommen werden kann. Bei dem Gebrauche des Cylinderglases nach Dalton und des Hygrometers nach Körner ist mehr Aufmerksamkeit und Schnelligkeit im Beobachten erforderlich, da die Bethauung des Schälchens oder Glases augenblicklich eintritt und in diesem Augenblicke erkannt werden muß, wenn man aus dem Thaupunkte auf die richtige Spannkraft der Dünste schließen will. Die Haarhygrometer wären zur Beobachtung allerdings sehr bequem, aber die oben erwähnten Umstände machen, daß man auf die Verläßlichkeit dieser Instrumente nicht ganz vertrauen darf. Dazu kommt noch, daß die Angaben derselben wegen der Ausdehnung des Haares und des Gestelles durch die Wärme auf eine Normaltemperatur reduzirt werden müssen, wenn man wenigstens die vermeidlichen Fehler beseitigen will. Diese Reduktion findet man in „Baumgartner Supplementband zur Naturlehre.“ Wien 1831. S. 279.

Das Fischbeinhygrometer nach Deluc, hat anstatt eines Haares einen quer über die Fasern geschnittenen dünnen Fischbeinstreifen, der durch die Feuchtigkeit wie ein Haar affizirt wird. Es wird nur noch öfters in England gebraucht, und steht an Verläßlichkeit dem Haarhygrometer nach.

Der um die Astronomie hochverdiente Gelehrte, Herr v. Bürg, hat die demselben Feuchtigkeitszustande entsprechenden Anzeigen des Schwefelätherhygrometers, Psychrometers und Haarhygrometers beobachtet. Hieraus geht hervor, daß die beiden ersten hinreichend übereinstimmen, das letzte aber nicht den erwünschten Grad von Verläßlichkeit habe. Zeitschrift für Physik und Mathematik B. 4 und 5.

§. 68. Zur Aufzeichnung der hygrometrischen Beobachtungen bedarf das Tagebuch der meteorologischen Beobachtungen einer neuen Rubrik, in welche der Thaupunkt nach Dalton oder Körner (§. 58 und 60), die Spannkraft E nach dem Psychrometer (§. 62), oder die Grade des Haarhygrometers sammt dem an diesem Instrumente gleichzeitig beobachteten Thermometerstande (§. 66) eingetragen werden. Am Ende des Monathes und des Jahres wird das Mittel des Thaupunktes eben so berechnet, wie das

Mittel des Thermometerstandes, und aus Daltons Tabelle (§. 46) die mittlere Spannkraft der Wasserdünste entnommen. Beim Gebrauche des Psychrometers kann man E nach jeder Beobachtung berechnen, und in das Tagebuch eintragen, oder im letzteren bloß b, d und e (§. 62) bemerken. Im ersten Falle erhält man am Ende des Monathes oder Jahres das Mittel der Spannkraft der Dünste unmittelbar; im andern Falle bestimmt man das Mittel für b, für d und für e vorläufig; setzt diese mittleren Größen in die Formel des §. 62, und berechnet dann E, welches der mittleren Spannkraft der Dünste für den Monath oder das Jahr entspricht. Wird mit dem Haarhygrometer beobachtet, so berechnet man am Ende des Monathes oder Jahres das Mittel der Hygrometergrade und des an ihm befestigten Thermometers, und bestimmt nach diesen Mittelständen die mittlere Spannkraft der Dünste für den Zeitabschnitt der Beobachtungen, wie im §. 66.

Es bedarf kaum einer Erinnernng, daß für den weiteren Gebrauch dieser Beobachtungen auch bemerkt werden müsse, ob die gebrauchten Instrumente die Scale nach Reaumur oder Celsius haben.

I. Witterungsbeobachtung.

§. 69. Die Veränderungen des Barometer-, Thermometer- und Hygrometerstandes sind gar oft von Aenderungen der Witterung begleitet, auch diesen vorgehend oder nachfolgend. Vorzüglich haben Wasserdünste und Winde auf den Barometerstand Einfluß. Die Wasserdünste vergrößeren das Volumen (§. 47), vermindern dadurch die Dichtigkeit und den Druck der Luft, das Quecksilber im Barometer fällt; die Winde vermehren oder vermindern den Luftdruck, je nachdem sie die Richtung von einer oder der anderen Gegend des Horizontes haben. So fand Burkhardt aus den zu Paris in den Jahren 1773 — 1801 von Messiers angestellten Beobachtungen, daß der mittlere Barometerstand bei dem Südwinde um 2½ L. größer ausfiel, als bei dem Nordostwinde; und Bugge beobachtete in den Jahren 1782 — 1786 zu Kopenhagen dieselbe Verschiedenheit bei Ost- und Westwinde *). In Innsbruck treffen die tiefsten Barometerstände mit dem Südwinde, die höchsten mit dem Nordostwinde zusammen.

Der Thermometerstand ändert sich schnell, wenn die Sonne von Wolken bedeckt wird oder aus diesen heraus

*) Gilb. Annal. d. Ph. u. Ch. B. 32.

tritt, und wenn die Winde ihre Richtung wechseln. Der Hygrometerstand ist von der Luftwärme und den Winden noch mehr abhängig. Dieser Einflüße wegen bemerkt man in dem meteorologischen Tagebuche unter einer eigenen Rubrik die Beschaffenheit der Witterung und der Winde zur Zeit der Beobachtung. Die Witterung wird meistens mit den Worten „heiter, trüb, wolkig“ bezeichnet. Heiter ist sie, wenn der Himmel rein, d. i. ohne Wolken; trüb, wenn die Sonnenstrahlen das dichte Gewölk nicht durchdringen können; wolkig, wenn die Sonne scheint, aber zuweilen von Wolken bedeckt wird, oder diese doch am Himmel zerstreut sichtbar sind.

Die Winde werden nach ihrer Richtung und Stärke angemerkt. Die Richtung bezieht sich auf die Weltgegend, von welcher der Wind kommt. Man bestimmt sie am sichersten mittelst einer Windfahne, die einen Zeiger um eine Windrose bewegt. In Bezug auf die Stärke unterscheidet man Grade, unter denen der geringste Statt findet, wenn der Wind die Blätter, der zweite, wenn er die Zweige und der dritte, wenn er die Aeste der Bäume bewegt. Ein Sturm bricht die Bäume, ein Orkan verheert alles, was er auf seinem Wege antrifft.

Endlich werden wegen ihres Zusammenhanges mit der Witterung die Meteore, als: Nebel, Regen, Schnee, Gewitter, Hagel und die außerordentlichen Erscheinungen am Himmel oder auf der Erde, als: Höfe um Sonne und Mond, Nordlichter, Erdbeben u. s. w. beobachtet, und in dem Tagebuche vorgemerkt. Am Ende des Jahres hat es dann keine Schwierigkeit, die Anzahl der heiteren, trüben und wolkigen Tage, der Tage, an welchen Regen, Schnee, Gewitter, Hagel, Nebel eintrafen, Winde wehten, und den Wind, welcher wegen der verhältnißmäßig öfteren Wiederkehr und längeren Dauer herrschend war, anzugeben und mittelst dieser Notizen die Beschaffenheit eines Jahres vergleichungsweise mit anderen Jahren zu erkennen, so wie für manche Veränderungen des Barometer-, Thermometer- und Hygrometerstandes den nächsten Grund zu finden.

§. 70. Nachstehende Tabelle dient zur Uebersicht der nothwendigen Rubriken eines meteorologischen Tagebuches für eine Beobachtungsstunde nach den angeführten Grundsätzen und bei dem Gebrauche der beschriebenen Instrumente. Ich übergehe die graphischen Darstellungen des Barometer- und Thermometerganges *), weil sie in der täglichen Anwendung zu mühsam seyn dürften.

*) Gehler physikalisches Wörterbuch, Artikel »Barometer und Thermometer.«

1833	Beobachtung um 7 Uhr Morgens.							
November	Barometerstand ohne Reduktion in Zoll und Lin. P. M.	Fixer Thermometerstand nach R.°	Barometerstand auf 0 R. reduzirt in Zollen und Lin. P. M.	Thermometerstand im Freien nach R.°	Thaupunkt nach Dalton in R.° oder C.	Witterung und Meteore	Richtung und Stärke des Windes	Anmerkung für außerordentliche Erscheinungen
1	oder in Zollen und Bruchtheilen der Zolle P. M. oder in Zollen und Linien W. M. oder in Millimetern	oder nach C.°	oder in Zollen und Bruchtheilen der Zolle P. M. oder in Zollen und Linien W. M. oder in Millimetern	oder nach C.°	oder Thaupunkt nach Körner in R.° oder C.° oder E nach dem Psychrometer oder b, d und e für das Psychrometer oder Grade des Haarhygrometers sammt den Graden des Thermometers an demselben in R.° oder C.°			

Es versteht sich von selbst, daß für jede zweite oder dritte Beobachtungsstunde das Tagebuch mit den obigen Rubriken zu versehen sey. Wenn sich außer den Beobachtungsstunden Meteore ereignen, so ist es am geeignetsten, dieselben unter der Rubrik »Anmerkung« aufzuzeichnen, weil diese, für die seltenen Erscheinungen bestimmt, ohnedieß größtentheils leer bliebe.

Als Muster meteorloogischer Jahrbücher sehe man »Augustin Stark, meteorologische Jahrbücher von 1813 u. s. w. Augsburg 1814 u. s. w.« und zur Erläuterung dieser Jahrbücher die gehaltvolle Schrift von demselben Verfasser »Beschreibung der meteorologischen Instrumente nebst einer Anleitung zum Gebrauche derselben bei den Beobachtungen. Augsburg 1815« und die Beobachtungen in dem Hospize auf dem großen St. Bernhardsberge und zu Genf, welche die »Bibliotheque universelle« in jedem Hefte liefert.

Unter dem Tagesblättern liefert die meteorologischen Beobachtungen am vollständigsten die preußlsche Staatszeitung von Berlin.

Zweites Hauptstück.

Theorie der barometrischen Höhenmessung.

A. Entwicklung der Grundformel.

§. 71. Nachdem Torricelli die Schwere und den Druck der Luft (§. 6) bewiesen hatte, so folgerte hieraus Pascal schon im Jahre 1648, daß die Quecksilberhöhe im Barometer auf dem Gipfel eines Berges kleiner seyn müsse, als an dessen Fuße, weil die Luftsäule, welche auf das Quecksilber im Barometer auf dem Berge drückt, eine kleinere Höhe, folglich auch ein kleineres Gewicht hat, als die Luftsäule, welche am Fuße des Berges den Druck ausübt. Denn denkt man sich den offenen Schenkel eines Barometers (Fig. 3) bis an das Ende der Atmosphäre reichend, so ist (§. 9) das Gewicht der in demselben enthaltenen Luft so groß, als das Gewicht der Quecksilbersäule in der geschlossenen Röhre über dem Niveau im kürzeren Schenkel. Steigt man dann so hoch, daß das Quecksilber im Barometer um einen Zoll sinkt, so ist das Gewicht der Luft über dem offenen Schenkel wieder so groß, als das Gewicht der Quecksilbersäule in der geschlossenen Röhre über dem Niveau im kürzeren Schenkel. Da aber beide Barometerstände um einen Zoll in der Höhe sich unterscheiden, so muß auch das Gewicht der Luft über dem offenen Schenkel an beiden Standorten um eben so viel verschieden seyn, als das Gewicht des Quecksilbers von der Höhe eines Zolles in der geschlossenen Röhre beträgt. Zur Bestätigung seiner Folgung stellte Pascal Versuche an. Er brachte das Barometer auf einen Thurm zu Clermont, dessen Höhe 24 Toisen ist, und beobachtete, daß das Quecksilber um 2 Linien fiel; dann bestieg er mit dem Barometer den nahe gelegenen Berg Puy de Dome und beobachtete, daß das Quecksilber um 37 Linien sank. Diese einfache Erfahrung gab den Anlaß, mit dem Barometer die Höhen der Berge, Städte und Ortschaften zu bestimmen *).

§. 72. Um aus dem Fallen des Quecksilbers im Barometer die erstiegene Höhe bestimmen zu können, ist es nothwendig, das Verhältniß jenes Fallens zur erstiegenen Höhe zu wissen. Dieses hätte keine Schwierigkeit, wenn die Luft von unten nach oben gleich dicht wäre; denn man hätte bloß

*) Pascal, Traité de l'equibre, Paris 1693.

einmal die Erfahrung zu machen, in welcher Höhe das Quecksilber im Barometer um eine Linie fällt, und die gefundene Höhe mit der Anzahl der Linien zu multipliziren, um welche es auf einer anderen Höhe gefallen ist; das Produkt wäre die erstiegene Höhe. Z. B. Da das Barometer bei dem Versuche des Pascal in einer Höhe von 24 Toisen um 2 Linien fiel, so kömmt auf das Fallen um 1 Linie die Höhe von 12 Toisen, und der Puy de Dome, wo es um 37 Linien fiel, hätte die Höhe $37 \times 12 = 444$ Toisen. Allein so einfach und leicht ist die barometrische Höhenmessung nicht, weil die Luft von unten nach oben nicht die gleiche Dichtigkeit hat, sie wird aufwärts immer dünner, abwärts immer dichter, da sie nicht nur schwer, sondern auch zusammendrückbar ist. Deßhalb drückt die obere Luft auf die untere, diese erleidet einen größeren Druck als jene, sie wird mehr zusammen gedrückt, dafür aber auch dichter, und zwar nach Mariottes Gesetz in demselben Verhältnisse, als der Druck auf sie größer ist, oder $D : d = P : p$; wenn D, d die Dichtigkeit, P, p den Druck auf die Luft in beiden Stationen bedeuten. Hieraus folgt, daß das Fallen des Quecksilbers um 1 Linie nicht jederzeit nach dem Ersteigen einer Höhe von 12 Toisen eintreffen kann, sondern daß man bis zum Fallen des Quecksilbers um eine zweite Linie höher als 12 Toisen und bis zum Fallen um eine dritte Linie noch höher u. s. w. steigen müsse, weil die dünnere Luftsäule, welche mit der Quecksilberhöhe von 1 Linie das Gleichgewicht hält, höher seyn muß, als eine Säule dichterer Luft, die mit derselben Quecksilberhöhe in Gleichgewicht steht.

Die Berechnung nach der Weise im obigen Beispiele führt demnach nicht zur Kenntniß der wahren Höhe, sondern höchstens zur Kenntniß der Höhe, welche der erstiegene Berg überschreitet, z. B. daß der Puy de Dome höher als 444 Toisen sey. Um wie viel aber die Höhe größer sey, läßt sich erst bestimmen, wenn das oben erwähnte Verhältniß ausgemittelt ist.

§. 73. Das Verhältniß zwischen dem Fallen des Quecksilbers im Barometer und der erstiegenen Höhe ergiebt sich aus dem Mariotteschen Gesetze, der Grundlage der barometrischen Höhenmessung und heißt: die Dichtigkeiten der Luft nehmen in einer geometrischen Reihe ab, wenn die dazu gehörigen Ortshöhen in einer arithmetischen Reihe zunehmen.

Nach Deluc wird dieses Gesetz auf folgende Art erwiesen. Man denke sich über die Ebene ab (Fig. 19), eine vertikale Luftsäule abxy, welche bis an das Ende der Atmosphäre reichen und in sehr kleine Schichten abec, cegf, fghi

.... von gleicher Höhe ac, cf, fh .... abgetheilt seyn soll. Da die Höhen der kleinen Schichten sehr klein gedacht werden, so kann man ohne Fehler annehmen, daß in jeder einzelnen Schichte dieselbe Dichtigkeit der Luft herrsche, wenn diese auch in verschiedenen Schichten eine ungleiche Dichtigkeit, nämlich in den unteren eine größere, als in den oberen hat.

Es seyen: die Dichtigkeiten der Luft in den über einander liegenden Schichten von ab aufwärts

$$d \quad d' \quad d'' \quad d''' \ .....$$

die absoluten Gewichte der Luft in diesen Schichten

$$p \quad p' \quad p'' \quad p''' \ .....$$

der Druck, den durch die darüber stehende Luftsäule die Flächen ab, ce, fg, hi .... erleiden, sey

$$P \quad P_{,} \quad P_{,,} \quad P_{,,,} \ .....$$

Nach dem Mariotteschen Gesetze (§. 72) stehen die Dichtigkeiten der Luftschichten im geraden Verhältnisse mit dem Drucke, den sie erleiden, folglich:

$$d : d' = P_{,} : P_{,,}$$

Die Dichtigkeiten der Luft verhalten sich bei gleichem Rauminhalte auch wie die absoluten Gewichte; also, da die einzelnen Schichten hier gleich angenommen wurden,

$$d : d' = p : p'$$

Aus beiden Proportionen erhält man,

$$p : p' = P_{,} : P_{,,}$$

oder durch Verwechslung der Mittelglieder,

$$p : P_{,} = p' : P_{,,}$$

und wenn man das zweite Glied zum ersten, das letzte Glied zum dritten addirt,

$$p + P_{,} : P_{,} = p' + P_{,,} : P_{,,}$$

oder weil $p + P_{,} = P$ und $p' + P_{,,} = P_{,}$ ist, nach der Substitution dieser Werthe

$$P : P_{,} = P_{,} : P_{,,} \qquad (1)$$

und $P_{,,} = \frac{P_{,}^2}{P}$ oder, wenn der Zähler und Nenner des Bruches mit P multiplizirt wird,

$$P_{,,} = P \times \frac{P_{,}^2}{P^2} \qquad (I)$$

Eben so ist für andere Luftschichten

$$d' : d'' = P_{,,} : P_{,,,}$$
$$d' : d'' = p' : p''$$

$$p' : p'' = P_{,,} : P_{,,,}$$
$$p' : P_{,,} = p'' : P_{,,,}$$
$$p' + P_{,,} : P_{,,} = p'' + P_{,,,} : P_{,,,}$$

und weil $p' + P_{,,} = P_{,}$; $p'' + P_{,,,} = P_{,,}$

so ist auch $P_{,} : P_{,,} = P_{,,} : P_{,,,}$ (2)

und $P_{,,,} = \frac{P_{,,}^{2}}{P_{,}}$

Wird für $P_{,,}^{2}$ der Werth (I) zum Quadrat erhoben, oder $P^{2} \times \frac{P_{,}^{4}}{P^{4}}$ gesetzt, so ist $P_{,,,} = P^{2} \times \frac{P_{,}^{4}}{P^{4} P_{,}} = \frac{P_{,}^{3}}{P^{2}}$ und wenn man den Zähler und Nenner mit P multiplizirt

$$P_{,,,} = P \times \frac{P_{,}^{3}}{P^{3}} \qquad \text{(II)}$$

Reihet man die stetigen Proportionen (1) und (2) an einander, so erhält man den Anfang einer geometrischen Reihe

$$P : P_{,} : P_{,,} : P_{,,,} \ldots\ldots$$

und zwar einer abnehmenden, weil das folgende Glied immer kleiner ist als das vorhergehende, oder $P_{,} < P$, $P_{,,} < P_{,}$, $P_{,,,} < P_{,,}$ .... Da aber P $P_{,}$ $P_{,,}$ $P_{,,,}$ den Luftdruck auf die Schichten ab, cd, fg, hi vorstellt, und der Barometerstand diesem proportionirt ist, so nehmen auch die Barometerstände von unten nach oben in einer geometrischen Reihe ab, während die Höhen der Beobachtungsstationen a, ac, af, ah .... wie 0, 1, 2, 3, ... mithin in arithmetischer Reihe zunehmen.

§. 74. In diesem Gesetze liegt die ganze Theorie der barometrischen Höhenmessung. Man setze in der Reihe $P : P_{,} : P_{,,} : P_{,,,}$ .... für die zwei letzten Glieder die gefundenen Werthe (I), (II), und multiplizire das zweite Glied mit $\frac{P}{P}$, so entsteht die Reihe

$$P : P \times \frac{P_{,}}{P} : P \times \frac{P_{,}^{2}}{P^{2}} : P \times \frac{P_{,}^{3}}{P^{3}} \ldots\ldots$$

oder weil $P = P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{0}$

$$P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{0} : P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{1} : P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{2} : P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{3} \ldots\ldots$$

in welcher die Exponenten des Faktors $\frac{P_{,}}{P}$, nämlich: 0, 1, 2, 3 .... mit den Höhen der Schichten über ab, das ist, 0, ac, af, ah .... oder 0, 1, 2, 3 .... übereinstimmen. Denkt man sich jetzt eine Schichte als die m^te^ und eine andere als die n^te^ über ab und heißt der Luftdruck in jener P_m, in dieser P_n, so wird

$$P_m = \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{m} \text{ und } P_n = P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{n}$$

Dividirt man diese Gleichungen durch P, so wird

$$\frac{P_m}{P} = \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{m} \text{ und } \frac{P_m}{P} = \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{n}.$$

und auch $\log. \left(\frac{P_m}{P}\right) = \log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{m} = m \times \log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right)$

$$\log. \left(\frac{P_n}{P}\right) = \log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^{n} = n \times \log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right)$$

und aus beiden Gleichungen

$$\log. \left(\frac{P_m}{P}\right) : \log. \left(\frac{P_n}{P}\right) = m \times \log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right) : n \times \log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right)$$

oder nach der Division der letzten Glieder durch $\log. \left(\frac{P_{,}}{P}\right)$

$$\log. \left(\frac{P_m}{P}\right) : \log. \left(\frac{P_n}{P}\right) = m : n \qquad (A)$$

Es sey nun der Luftdruck auf ab oder P dem Barometerstande B′, der Luftdruck P_m in der m^ten^ Schichte dem Barometerstande B, und der Luftdruck P_n in der n^ten^ Schichte dem Barometerstande B″ proportionirt; auch sey die Hö-

he der m^{ten} Schichte über ab $= h$ und die Höhe der n^{ten} Schichte über ab $= h'$. Nach der Substitution dieser Werthe in der Proportion (A) erhält man

$$\log. \left(\frac{B}{B'}\right) : \log. \left(\frac{B''}{B'}\right) = h : h' \qquad (a)$$

und daraus

$$h = \frac{h' \times \log. \left(\frac{B}{B'}\right)}{\log. \left(\frac{B''}{B'}\right)} = h' \left(\frac{\log. B - \log. B'}{\log. B'' - \log. B'}\right)$$

oder nach Verwechslung der Zeichen im Nenner und im Zähler des Bruches,

$$h = h' \left(\frac{\log. B' - \log. B}{\log. B' - \log. B''}\right)$$

und wenn für $\frac{h'}{\log. B' - \log. B''}$ einstweilen C gesetzt wird,

$$h = C\ (\log. B' - \log. B)$$

als die Höhe der m^{ten} Schichte über ab.

Nach demselben Verfahren findet man die Höhe H einer anderen Schichte über ab, in welcher der Luftdruck dem Barometerstande b proportionirt seyn soll,

$$H = C\ (\log. B' - \log. b)$$

und der Unterschied der Höhen wird, wenn $H > h$ ist,

$$H - h = C\ (\log. B' - \log. b) - C\ (\log. B' - \log. B)$$

oder nach geschehener Subtraktion

$$H - h = C\ (\log. B - \log. b).$$

Die Grundformel für den Höhenunterschied zweier Stationen über eine gemeinschaftliche Ebene besteht demnach aus der Differenz der Logarithmen der Barometerstände an diesen zwei Stationen und dem Faktor C. Dieser wird der barometrische Coeffizient genannt.

B. Bestimmung des barometrischen Coeffizienten.

§. 75. Der numerische Werth des barometrischen Coeffizienten kann auf zweifache Weise bestimmt werden, entweder aus der Gleichung, $C = \frac{h'}{\log. B' - \log. B''}$ oder aus der

Grundformel H — h = C (log. B — log. b), nach welcher

$$C = \frac{H - h}{\log. B - \log. b} \text{ ist.}$$

Um C auf die erste Weise bestimmen zu können, muß man die Werthe B′, B″ und h′ wissen. Diese Werthe ergeben sich aus dem Verhältnisse der spezifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers nach folgendem Verfahren.

Es sey an der unteren Station ab (Fig. 19) der Barometerstand B′ = 76 Centimeter oder 336,9 Lin. P. M.; h′ sey über ab nur 0,10467 P. F., und B″ sey der Barometerstand in dieser geringen Höhe über ab. B″ ist kleiner als B′, weil, wenn auch h′ wenig beträgt, die Luftsäule über ab doch um h′ länger ist. Der Unterschied B′ — B″ läßt sich aus dem Verhältnisse der spezifischen Gewichte des Quecksilbers und der Luft genau berechnen. Nach den genauen viermal wiederhohlten Versuchen, welche Biot und Arago angestellt haben*), ist das spezifische Gewicht des Quecksilbers bei dem Luftdrucke 76 Centimeter oder 336,9 Lin. P. M., bei der Temperatur 0 R. und unter der Breite von Paris 10463, auf die Breite 45° reduzirt 10466,8; wobei das spezifische Gewicht der reinen trocknen Luft unter denselben Umständen = 1 gesetzt wird, oder S : s 10466,8 : 1, wenn S, s die spezifischen Gewichte des Quecksilbers und der Luft bezeichnen. Nach §. 8 stehen ungleichartige Flüßigkeiten in Kommunikationsgefäßen im Gleichgewichte, wenn sich ihre Höhen in denselben verkehrt wie ihre spezifischen Gewichte verhalten. Daraus folgt, daß bei der Verkürzung der Luftsäule um 0,10466,8 P. F. die Quecksilbersäule im Barometer um 10466,8 mal weniger oder um $\frac{0{,}10466{,}8}{10466{,}8}$ = 0,00001 P. F. oder 0,00012 P. Z. oder 0,00144 P. L. verkürzt werden muß. Wenn also der Barometerstand B′ in ab = 336,9 L. P. M. wäre, so würde er in der Höhe h′, die = 0,10466,8 P. F. seyn soll, um 0,00144 P. L. tiefer oder B″ = 336,9 — 0,00144 = 336,89856 P. L. seyn, und es wird

$$C = \frac{h'}{\log. B' - \log. B''} = \frac{0{,}10466{,}8 \text{ P. F.}}{\log. 336{,}9 - \log. 336{,}89856}$$

Es ist aber log. 336,9 = 2,5275010110
log. 336,89856 = 2,5274991547
und deren Unterschied = 0,0000018563

$$\text{folglich } C = \frac{0{,}10466{,}8 \text{ P. F.}}{0{,}0000018563} = 56385 \text{ Par. Fuß.}$$

---

*) Gilb. Ann. der Ph. B. 26.

Die Grundformel lautet demnach:

$$H - h = 56385 \log. B - \log. b)$$

oder man erhält den Höhenunterschied zweier Stationen in Pariser Fußen, wenn man die Barometerstände an diesen zwei Stationen in demselben Maße z. B. Linien, oder Zollen P. M. oder W. M. ausdrückt und den Unterschied der Logarithmen dieser Barometerstände mit 56385 multiplizirt.

Diesen Weg bei der Bestimmung des barometrischen Coeffizienten ging zuerst Halley, der eigentliche Gründer der Theorie dieser Rechnungen; da er aber das spezifische Gewicht des Quecksilbers zu groß, nämlich 10800 annahm, so ist sein Coeffizient 58314 P. F. ebenfalls zu groß ausgefallen.

§. 76. Der barometrische Coeffizient kann auch aus der Grundformel: $H - h = C (\log. B - \log. b)$ gefunden werden; denn es ist

$$C = \frac{H - h}{\log. B - \log. b}$$

Weiß man die Barometerstände B, b an der unteren und der oberen Station aus Beobachtungen, und H—h d. i. den Höhenunterschied beider Stationen durch Nivelliren oder durch die trigonometrische Messung, so ist C bestimmbar.

Dieses Verfahren haben mehrere Physiker angewendet, um C zu bestimmen, auch war lange Zeit dieses der Gegenstand der Alpenreisen des Deluc und Saussure. Ramond ging denselben Weg, als er aus dem Vergleiche einer großen Menge trigonometrisch gemessener Höhen in den Pyrenäen und der daselbst beobachteten Barometerstände, den Coeffizienten für die Ebene der Meeresfläche und die geographische Breite 45° auf 18336 Meter = 9408 Toisen oder 56448 P. F. festsetzte. v. Lindenau verglich 72 barometrische und trigonometrische in verschiedenen geographischen Breiten von Deluc, Saussure, Schuckburgh, Ramond, Roy, La Caille vorgenommene Messungen und leitete davon den Coeffizienten 9442 Toisen oder 56652 P. F. ab. Trembley erhielt aus den Beobachtungen des Saussure, Schuckburgh, Roy, La Caille den Coeffizienten 9400 Toisen oder 56400 P. F. D'Aubuisson fand durch eigene Beobachtungen, daß auf diesem Wege der Coeffizient zu verschiedenen Tageszeiten anders ausfalle und 18317 Meter oder 56387,8 P. F. der passendste sey. *)

§. 77. Auf eine etwas verschiedene Weise bestimmte Deluc den Coeffizienten. Er leitete ihn aus der Proportion (a) §. 74 ab, welche lautet:

*) Traité de Geodesie.

$$\log.\left(\frac{B}{B'}\right):\log.\left(\frac{B''}{B'}\right)=h:h' \text{ oder } \log.\left(\frac{B'}{B}\right):\log.\left(\frac{B'}{B''}\right)=h:h'$$

Weiß man nun irgend eine Höhe h und die Barometerstände B und B′ am Fuße so wie am Gipfel dieser Höhe, so läßt sich aus der Proportion jede andere Höhe auf der Erde finden. Z. B. es sey B′ = 336‴, B = 335‴. Die Erfahrung lehret, daß dem Fallen des Quecksilbers um 1 Linie im Barometer an dem Meeresufer die Höhe von 12,945 Toisen entspricht, also h = 12,945 Toisen.

Werden diese Größen in der Proportion substituirt, so

ist : $\log.\left(\frac{336}{335}\right):\log.\left(\frac{336}{B''}\right)=12{,}945:h'$

und weil $\log.\left(\frac{336}{335}\right)=0{,}0012945$

auch $0{,}0012945:\log.\left(\frac{336}{B''}\right)=12{,}945:h'$

und $h'=\log.\left(\frac{336}{B''}\right)\times\frac{12{,}945\text{ Toisen}}{0{,}0012945}=10000\log.\left(\frac{336}{B''}\right)$

oder $h'=10000\,(\log. 336-\log. B'')$

Diese Formel giebt die Höhe einer Station über der Meeresfläche, wenn daselbst der Barometerstand 336‴ Statt fände, in Toisen.

Eben so hat Tobias Mayer den barometrischen Coeffizienten gefunden.

C. Correctionen des barometrischen Coeffizienten.

§. 78. Die entwickelten barometrischen Coeffizienten gelten nur für jene Umstände, unter denen sie gefunden worden. So ist der Coeffizient 56385 (§. 75) genau, bei der 0 R., unter der geographischen Breite 45°, bei völliger Trockenheit der Luft und in einer Höhe über der Meeresfläche, wo dem Luftdrucke der Barometerstand 336,9 P. L. entspricht; denn nur unter allen diesen Umständen ist das spezifische Gewicht des Quecksilbers = 10466,8. Eben so gelten die Coeffizienten in den §§. 76 und 77 nur dann, wenn die Umstände die nämlichen sind, unter welchen sie gefunden wurden. Alle diese Voraussetzungen kommen aber in der Natur nicht so vor, wie es die Bequemlichkeit der Rechnungen wünschen ließe. Daher wird es nothwendig, den Coeffizienten sowohl als die Barometerstände bei veränderten Umständen

so zu ändern, daß sie für diese passen oder dieselben von den vorhandenen Umständen auf die bei der Entwicklung der Grundformel vorausgesetzten zu reduziren. Solche Correctionen oder Reductionen des Coeffizienten haben zu geschehen a) wegen der Temperatur der Luft, b) wegen den der Luft beigemengten Wasserdünsten, c) wegen der geographischen Breite des Ortes, und d) wegen der Lage der Beobachtungsstationen über der Meeresfläche.

Diese Reduktionen sind es, welche die barometrische Höhenmessung etwas schwieriger machen als es nach der Grundformel den Anschein hatte.

§. 79. Die erste und wichtigste Correction des Coeffizienten hat wegen der Luftwärme zu geschehen, welche bei der Entwicklung der Grundformel = 0 R. vorausgesetzt wurde, zur Zeit der Beobachtung aber meistens eine andere ist. Die Wärme ist ferner niemahls in der ganzen Luftsäule zwischen der unteren und oberen Station dieselbe, sie nimmt der Erfahrung gemäß von unten nach oben ab. So fand Saussure bei der Besteigung des Aetna in einer Höhe von 114 Toisen, bei der Besteigung des Montblanc in einer Höhe von 90,8 Toisen die Lufttemperatur um 1° R. vermindert, und aus vielen Beobachtungen, daß die Wärmeabnahme um 1° R. unter der geographischen Breite von 44° bis 46° zur warmen Jahreszeit in einer Höhe von 100 Toisen, zur kalten Jahreszeit aber in einer Höhe von 150 Toisen Statt finde *). Der rühmlichst bekannte deutsche Naturforscher A. v. Humboldt beobachtete in den Aequatorialgegenden, daß in einer Höhe von 121,1 Toisen das Thermometer um 1° R. falle **).

Es ist daher eine Correction sowohl wegen der von 0 R. verschiedenen als wegen der nach oben abnehmenden Temperatur nothwendig, die sich auf folgende Erscheinungen gründet. Die Wärme dehnt alle Körper aus, vergrößert dadurch das Volumen, vermindert aber die Dichtigkeit und das spezifische Gewicht, und wenn die im Vergleiche vorkommenden Körper nicht dieselbe Dichtigkeitsänderung erleiden, auch das Verhältniß ihrer spezifischen Gewichte zu einander. In unserem Falle stehen das Quecksilber im Barometer und die Luft im Gleichgewichte und erleiden bei derselben Temperatur eine ungleiche Ausdehnung, indem sich das Quecksilber für jeden Grad R. um $\frac{1}{4440}$ des ihm bei 0 R.

*) Voyages dans les Alpes. Genevre 1779.

**) Gilb. Ann. d. Ph. B. 24.

zukommenden Volumens (§. 32), die Luft hingegen um $\frac{1}{213,3}$ dieses Volumens ausdehnt. Dadurch wird die Dichtigkeit der Luft ungleich kleiner als jene des Quecksilbers und folglich auch das Verhältniß der spezifischen Gewichte dieser Flüßigkeiten 10466,8 : 1 größer; und wenn dieses ist, der Werth für $C = \frac{0{,}10466{,}8}{\log. B' - \log. B''}$ (bei vergrößertem Zähler) größer als 56385.

Die gerade entgegengesetzte Wirkung bringt die Kälte hervor, sie zieht alle Körper zusammen, vermindert dadurch das Volumen und vermehrt die Dichtigkeit und das spezifische Gewicht. Werden die im Vergleiche vorkommenden Körper ungleich zusammengezogen, so wird auch das Verhältniß ihrer spezifischen Gewichte zu einander vergrößert. Nun geschieht aber die Zusammenziehung in demselben Maße als die Ausdehnung, folglich wird auch das Quecksilber und die Luft ungleich zusammengezogen, und zwar die Luft mehr als das Quecksilber, daher auch das Verhältniß ihrer spezifischen Gewichte kleiner als 10466,8 : 1, und wenn dieses ist, der Werth von $C = \frac{0{,}10466{,}8}{\log. B' - \log. B''}$ (bei einem kleineren Zähler) kleiner als 56385.

In beiden Fällen muß das Gleichgewicht zwischen der Quecksilbersäule von einer bestimmten Höhe bei der Temperatur 0 R. und der Luftsäule von der Höhe 56385 aufhören, auch kann es nicht wieder eintreten, außer wenn die Luftsäule proportionirt höher oder niederer wird, als jene, die bei der Temperatur 0 R. bestimmt wurde. Z. B. es stehe eine Quecksilbersäule bei der Temperatur 0 R. mit einer Luftsäule von 56385 P. F. von derselben Temperatur im Gleichgewichte, so kann man sagen, daß der Druck des Quecksilbers und der Luft einander gleich sind, oder daß das Quecksilber eben so viel wiegt, als die genannte Luftsäule. Wird die Luft in dieser Säule erwärmt, so dehnt sie sich aus, sie wird dünner, wiegt bei derselben Höhe weniger als zuvor, kann daher der vorigen Quecksilbersäule nicht mehr das Gleichgewicht halten, außer sie wird höher, oder der durch Verdünnung entstandene Mangel an Masse durch Zugabe der Luft in der Richtung der Höhe so lange ersetzt, bis die höhere Luftsäule dieselbe Masse erhält, welche die minder hohe vor der Erwärmung hatte. Wenn hingegen die Luft unter 0 R. abgekühlt wird, so erfolgt eine Zusammenziehung, eine Vermehrung der Dichtigkeit und des spezifischen Gewichtes, sie wiegt bei derselben Höhe mehr als zuvor. Soll aber mit der dich-

tern Luft dieselbe Quecksilbersäule im Gleichgewichte stehen, so muß die dichtere Luftsäule niederer werden, damit was ihr an Dichtigkeit zuwuchs, durch Verkürzung der Höhe entzogen werde, und die kürzere, aber kältere Luftsäule dieselbe Masse, die sie bei größerer Höhe und Temperatur hatte, beibehalte. Es ist deßwegen der Coeffizient 56385 bei Temperaturen über 0 R. zu vergrößern, bei Temperaturen unter 0 R. zu verkleinern und dadurch der Einfluß der Wärme auf die Luftsäule eben so aufzuheben, wie durch die Correction des Barometerstandes (§. 32) der Einfluß der Wärme auf das Quecksilber gleichsam aufgehoben wird.

§. 80. Um diese Vermehrung oder Verminderung zu bestimmen, frägt es sich, wie viel die einer Quecksilbersäule von bestimmter Höhe das Gleichgewicht haltende Luftsäule für jeden Wärmegrad ausgedehnt und für jeden Kältegrad zusammengezogen wird. Zur Bestimmung dessen hat Gay-Lussac folgende Versuche angestellt. Er nahm eine wohl calibrirte Thermometerröhre mit einer etwas größeren Kugel, füllte diese und einen Theil der Röhre mit trockner Luft, die er durch eine kurze Quecksilbersäule von der äußeren durch die offene Röhre eintretenden Luft trennte. Diese Röhre legte er in horizontaler Richtung in eine mit Wasser oder Quecksilber gefüllte Wanne so, daß die Röhre aus einer Seite der Wanne herausragte. Dann kühlte er die Flüßigkeit auf 0 R. ab, und maß das Volumen der in der Thermometerröhre eingeschlossenen Luft; darauf erwärmte er die Flüßigkeit um 1° R., maß das Volumen der zu untersuchenden Luft wieder, und verglich den Zuwachs des Volumens der Luft mit dem ursprünglichen Volumen bei 0 R. Auf gleiche Weise verfuhr er bei der weiteren Zunahme wie bei der Abnahme der Temperatur und fand, daß eine Luftsäule für jeden Grad R. um $\frac{1}{213,3} = 0,00469$ jener Länge, die sie bei 0 R. hat, sich ausdehnt und für jeden Grad unter 0 R. sich um eben so viel zusammenzieht.

Heißt daher die Länge einer Luftsäule bei 0 R. L, so ist ihre Länge bei $+ 1°$ R. $= L + 0,00469\ L$ und bei $T°$ R. $= L + 0,00469\ LT$. Hingegen bei $- 1°$ R. ist diese Länge $L - 0,00469\ L$ und bei $- T°$ R. $= L - 0,00469\ LT$.

Dieses L ist in unserem Falle nichts anders als der bei 0 R. gefundene Coeffizient 56385, daher stellt dessen Vergrößerung durch die Wärme oder Verminderung durch die Kälte der allgemeine Ausdruck vor,

$$56385\ (1 \pm 0,00469\ T)$$

in welchem das Zeichen + bei T Graden oder 0 R., und das Zeichen — bei T Graden unter 0 R. zu setzen ist.

Hat das Thermometer die Scale nach Celsius, so beträgt die Ausdehnung der Luft für 1° C. nach Gay-Lussac 0,00375, und der allgemeine Ausdruck für die Wirkung der Luft auf den Coeffizienten wird

$$56385\ (1 \pm 0{,}00375\ \mathrm{T})$$

§. 81. Nachdem bei barometrischen Höhenmessungen zwei Beobachtungsstationen, eine untere und eine obere gewählt werden, und an diesen allezeit ein verschiedener Wärmegrad herrschet, so kann unter dem T im obigen allgemeinen Ausdrucke nicht die Luftwärme der unteren Station verstanden werden, weil die Wärme der unteren Station nicht der ganzen Luftsäule zwischen beiden Stationen zukommt; aber auch die Temperatur der oberen Stationen kann nicht verstanden werden, weil die Wärme der Luftsäule nach unten zunimmt. Im ersten Falle würde die Correction zu groß, im anderen Falle zu klein werden.

So lange das Gesetz der Wärmeabnahme nicht genau bestimmt ist, so ist es auch unmöglich, das T genau so zu nehmen, daß es für die untere Station nicht zu klein und für die obere nicht zu groß ausfällt. Indessen, da die Abnahme der Wärme in einer arithmetischen Reihe höchst wahrscheinlich ist, glaubt man den richtigen Werth der Temperatur der Luftsäule zwischen der unteren und oberen Station dadurch getroffen zu haben, daß man für T das arithmetische Mittel der Luftwärme beider Stationen oder $\frac{\mathrm{T} + \mathrm{t}}{2}$ setzt, wobei T die Luftwärme an der unteren, t aber an der oberen Station bezeichnet. Demnach lautet die Correction des Coeffizienten wegen der Luftwärme

$$56385 \left(1 \pm 0{,}00469 \left(\frac{\mathrm{T} + \mathrm{t}}{2}\right)\right),$$

wenn das Thermometer die Scale nach Reaumur und

$$56385 \left(1 \pm 0{,}00375 \left(\frac{\mathrm{T} - \mathrm{t}}{2}\right)\right),$$

wenn es die Scale nach Celsius hat.

Das Verdienst, diese wichtige Correction eingeführt zu haben, gebührt dem Genfer Naturforscher Deluc, wenn auch die von ihm bestimmte Ausdehnungsgröße der Luft zu $\frac{1}{215} = 0{,}00465$ für jeden Grad R. nach den neuesten Bestimmungen etwas zu klein ist. Recherches sur les modifications de l'atmosphére, Genevre 1772.

§. 82. Eine zweite Correction des Coeffizienten machen die der Luft beigemengten Wasserdünste nothwendig. Diese haben auf die Luft denselben Einfluß, wie die Wärme; denn sie vergrößeren das Luftvolumen (§. 47), vermindern dadurch die Dichtigkeit und das spezifische Gewicht der Luft, wie auch das Verhältniß zwischen den spezifischen Gewichten der Luft und des Quecksilbers. Sollte daher eine Quecksilbersäule von bestimmter Höhe mit einer durch Wasserdünste verdünnten Luft im Gleichgewichte bleiben, so muß die wegen der Wärme bereits verlängerte Luftsäule noch höher werden, und zwar in dem Verhältnisse, in welchem das Volumen der Luft größer wird. Zum Behufe dieser Correction muß man den Zuwachs des Luftvolumens, welcher von der Beimengung der Wasserdünste herrührt, wissen. Dieser ist nach §. 47, (wenn das Volumen der Luft bei 0 R. = 1 ist) $= 1 + \frac{E}{B-E}$ wobei E die Spannkraft des vorhandenen Dunstes und B den gleichzeitigen Barometerstand vorstellt.

Allein bei dieser Correction kann man E und B weder auf der unteren, noch auf der oberen Station entnehmen, weil sowohl der Luftdruck als die Spannkraft der Wasserdünste in den niederen Regionen größer ist als in den höheren. Man glaubt auch hier am besten zu verfahren, wenn man die Vergrößerung der Luftsäule nach dem arithmetischen Mittel der Barometerstände und der Spannkraft der Wasserdünste in beiden Stationen berechnet.

Dann ist das vergrößerte Volumen $= 1 + \frac{E+e}{B+b-(E+e)}$ wobei B und E die untere, b und e die obere Station angehen.

Da in unserem Falle die Einheit des Volumens der Coeffizient 56385 ist, so ist der wegen der Ausdehnung der Luft durch die beigemengten Wasserdünste verbesserte Coeffizient

$$56385 \left(1 + \frac{E+e}{B+b-(E+e)}\right)$$

Auf die Nothwendigkeit dieser Correction machte Laplace (Traité de Mechanique céleste, Paris 1805, und Gilb. Ann. d. Ph. B. 26) aufmerksam; Adam Anderson zu Perth berechnete sie zuerst auf die obige Weise. (Baumgartner Zeitschrift für Physik und Math. B. 1.)

§. 83. Die dritte Correction des Coeffizienten hat ihren Grund in der Veränderung der Schwere mit der geographischen Breite des Ortes. Bei der Entwicklung des Coeffizienten (§. 75) wurde das spezifische Gewicht des Queck-

silbers, das in der Breite von Paris oder 48° 50′ = 10463 ist, auf die Breite von 45° bezogen = 10466,8. Unter einer anderen Breite ändert sich das spezifische Gewicht des Quecksilbers und der Luft, folglich muß auch der Coeffizient 56385 verändert oder auf die Breite 45° reduzirt werden. Um den Zusammenhang der Breite mit dem spezifischen Gewichte zu verstehen, erinnere man sich, daß das spezifische Gewicht S im geraden Verhältnisse mit dem absoluten Gewichte P und im verkehrten Verhältnisse mit dem Volumen oder $S = \frac{P}{V}$ sey, und daß das absolute Gewicht P sich gerade nach der Masse M und der Schwere g richtet, oder P = Mg. Darnach wird $S = \frac{Mg}{V}$, folglich S von g abhängig, so daß es zu- oder abnimmt, wie g zu- oder abnimmt. Es ist aber g von der geographischen Breite abhängig, also auch S. Wie g von der Breite abhängt, ergiebt sich aus folgenden Erscheinungen. Es ist bekannt, daß die Gestalt der Erde von der Kugelgestalt abweiche, und daß die Erdachse etwas kürzer als der Durchmesser des Erdäquators sey. Wenn dieses ist, so sind die Entfernungen verschiedener Punkte der Erdoberfläche von dem Mittelpunkte der Erde in verschiedenen Breiten ungleich, gegen die Pole kleiner, gegen den Aequator größer. Die Schwere aber ist im verkehrten quadratischen Verhältnisse mit der Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde oder $g = \frac{1}{r^2}$, wobei r den Halbmesser der Erde bezeichnet, folglich wird g größer oder kleiner, wie r kleiner, oder größer ist. Eine andere Ursache der Veränderung der Schwere nach der Breite liegt in der Achsendrehung der Erde. Vermög dieser beschreibt jeder Punkt der Erdoberfläche in 24 Stunden einen Kreis, die Punkte auf dem Aequator beschreiben den größten Kreis, die Punkte außer dem Aequator kleinere Kreise und desto kleinere, je weiter sie von dem Aequator abstehen, den Polen sich nähern. Bei jeder Kreisbewegung entsteht eine Fliehkraft, d. h. ein Bestreben des im Kreise bewegten Körpers, sich von dem Mittelpunkte seiner Bahn zu entfernen, die Kreisbahn nach der Richtung der Tangente jenes Punktes, wo er sich befindet, zu verlassen. Diese Fliehkraft V ist um so größer, je mehr der Körper Masse M hat, je größer der Halbmesser r seiner Bahn und je kürzer das Quadrat der Zeit T, in welcher er einmal seine Kreisbahn zurücklegt, ist; oder $V = \frac{Mr}{T^2}$. In Bezug auf M und T sind alle Punkte der

Erdoberfläche gleich, da sie dieselbe Masse und dieselbe Umdrehungszeit haben, daher wird V = r oder die Fliehkraft von dem Halbmesser der Kreisbahn abhängig, mithin größer, wenn ein Punkt einen größeren, kleiner, wenn er einen kleineren Kreis beschreibt. Die Wirkung der Fliehkraft ist die Verminderung der Anziehung gegen den Mittelpunkt der Erde oder der Schwere, also wird die Schwere gegen den Aequator mehr vermindert als gegen die Pole, weil gegen diese die Fliehkraft kleiner ist. Dazu kömmt noch, daß die Fliehkraft der Schwere am Aequator gerade entgegen wirkt, während sie außer dem Aequator schief auf die Richtung der Radien, und desto schiefer, je näher ein Punkt den Polen liegt, wirkt. Gerade entgegengesetzte Kräfte schwächen sich aber mehr, als schief auf einander wirkende, es wird deßwegen die Schwere gegen die Pole, oder in größeren Breiten weniger vermindert, folglich größer bleiben, als gegen den Aequator oder in geringeren Breiten.

§. 84. Zur Bestimmung der Correction des Coeffizienten nach der geographischen Breite wird die Annahme einer Normalbreite erfordert, bei welcher der Coeffizient schon richtig ist, so wie für die Correction wegen der Wärme eine Normaltemperatur angenommen wurde, bei welcher keine Correction Statt findet.

Als Normalbreite wird die Breite 45° angesehen, und die Schwere unter dieser Breite kann die Normalschwere genannt werden. Nur für diese Breite gilt das spezifische Gewicht des Quecksilbers 10466,8. Der Repräsentant der Schwere ist die Länge des Sekundenpendels, denn diese ist im geraden Verhältnisse mit der Schwere, das Pendel muß bei zunehmender Schwere verhältnißmäßig verlängert, bei abnehmender Schwere eben so abgekürzt werden, wenn es noch Zeitsekunden schwingen soll. Die Normalschwere kann demnach durch die Länge des Sekundenpendels unter der Breite 45° vorgestellt werden. Heißt diese Länge L, die Normalschwere g, die Länge des Sekundenpendels unter einer Breite φ aber l, und die Schwere daselbst g' so ist

$$L : l = g : g'$$

Die Länge des Sekundenpendels unter der Breite φ ist nach Laplace

$$l = 439{,}2066 + 2{,}3862 \sin.^2 \varphi \text{ Par. Lin.}$$

$$\text{oder } l = 0{,}5083409 + 0{,}0027618 \sin.^2 \varphi \text{ Toisen.}$$

Setzt man in diesem Ausdrucke $\varphi = 45°$, so erhält man die Länge des Sekundenpendels für die Normalbreite oder $L = 0{,}5083409 + 0{,}0027518 \sin.^2 45$ Toisen.

Werden für L und l die Werthe gesetzt, so ist

$$g : g' = 0{,}5083409 + 0{,}0027618 \sin.^2 45 : 0{,}5083409 + 0{,}0027618 \sin.^2 \varphi$$

und das Verhältniß der Schwere am Beobachtungsorte zur Normalschwere oder

$$\frac{g}{g'} = \frac{0{,}5083409 + 0{,}0027618 \sin.^2 45}{0{,}5083409 + 0{,}0027618 \sin.^2 \varphi}$$

In dem Zähler dieses Bruches ist

$$0{,}0027618 \sin.^2 45 = \log.\ 0{,}0027618 + \log. \sin.^2 45$$
$$\log. \sin.^2 45 = 2 \log. \sin. 45$$
$$\log. \sin. 45 = 0{,}8494850 - 1$$
$$2 \log. \sin. 45 = 0{,}6989700 - 1$$
$$\log.\ 0{,}0027618 = 0{,}4411922 - 3$$

und $0{,}0027618 \sin.^2 45 = 0{,}4411922 - 3 + 0{,}6989700 - 1 = 1401622 - 3$. Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,0013809. Wird diese zu dem ersten Theile des Zählers 0,5083409 addirt, so ist der ganze Zähler 0,5097218 und

$$\frac{g}{g'} = \frac{0{,}5097218}{0{,}5083409 + 0{,}0027618 \sin.^2 \varphi}$$

Der Winkel φ ist entweder über oder unter 45° und demnach $\sin.^2 \varphi$ mit — oder + zu bezeichnen. Dafür läßt sich nach der trigonometrischen Rechnung $\frac{1}{2}(\pm \cos. \varphi + 1)$ setzen, nach welcher + für einen Winkel φ über 45° und — für einen Winkel unter 45° gebraucht wird. Es sey hier $\varphi > 45°$, und es werde für $\sin.^2 \varphi$ der Werth $\frac{1}{2}(+ \cos. 2\varphi + 1)$ gesetzt, dann ist

$$\frac{g}{g'} = \frac{0{,}5097218}{0{,}5083409 + 0{,}0027618 \left(+ \frac{\cos. 2\varphi}{2} + \frac{1}{2}\right)}$$

In diesem Ausdrucke ist

$$0{,}0027618 \left(+ \frac{\cos. 2\varphi}{2} + \frac{1}{2}\right) = 0{,}0013809 \cos. 2\varphi + 0{,}0013809$$ und $0{,}5083409 + 0{,}0013809 = 0{,}5097218$

daher $$\frac{g}{g'} = \frac{0{,}5097218}{0{,}5097218 + 0{,}0013809 \cos. 2\varphi}$$

und wenn der Zähler und der Nenner durch 0,5097218 getheilt werden,

$$\frac{g}{g'} = \frac{1}{1 + \frac{0,0013809 \text{ cos. } 2\,\varphi}{0,5097218}}$$

$$= \frac{1}{1 + 0,002709 \text{ cos. } 2\,\varphi} = 1 - 0,002709 \text{ cos. } 2\,\varphi$$

Wäre φ kleiner als 45°, so erhält man durch dasselbe Verfahren

$$\frac{g}{g'} = 1 + 0,002709 \text{ cos. } 2\,\varphi.$$

Der allgemeine Ausdruck für das Verhältniß der Schwere unter 45° zur Schwere in einer andern geographischen Breite ist folglich:

$\frac{g}{g'} = 1 \mp 0,002709 \text{ cos. } 2\,\varphi$, in welchem das Zeichen — für die Breite über 45° und + für die Breite unter 45° gilt.

So wie sich die Schwere ändert, so ändert sich auch das spezifische Gewicht der Luft, und zwar, wie jene zunimmt, nimmt dieses zu und umgekehrt, deshalb muß die Luftsäule, welche einer Quecksilbersäule von bestimmter Höhe das Gleichgewicht halten soll, bei zunehmendem spezifischen Gewichte in demselben Verhältnisse kürzer, im entgegengesetzten Falle aber länger werden. Der nach der geographischen Breite verbesserte Coeffizient ist dann

$$56385\ (1 \mp 0,002709 \text{ cos, } 2\,\varphi)$$

in welchem das Zeichen — für die Breite über 45° und + für die Breite unter 45° gilt.

Auf diese Correction machten zuerst aufmerksam, Hennert, (commentatio de mensuratione ope barometri, Trajecti 1786) und Kramp (Analyse des refrations astronomiques et terrestres, Strasburg et Leipzic 1799); für die Höhenmessungsformel berechnete sie Laplace.

§. 85. Endlich findet noch eine Correction des Coeffizienten wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung Statt. Es ist schon (§. 83) vorgekommen, daß die Schwere im verkehrten quadratischen Verhältnisse der Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde abnimmt. Diesem Gesetze zu Folge ist die Luft von unten nach oben ungleich schwer und zwar oben minder schwer als unten. Da aber die Schwere das spezifische Gewicht bestimmt, so ist die obere Luft minder dicht, weniger drückend als nach dem Mariotteschen Gesetze. Es muß deshalb die Luft-

säule eben so, wie wegen der Verdünnung durch Wärme und die beigemengten Wasserdünste einen Ersatz nach der Höhe erhalten, damit sie bei der diesfälligen Verdünnung, einer Quecksilbersäule von bestimmter Höhe das Gleichgewicht halten oder das Verhältniß zwischen dem spezifischen Gewichte des Quecksilbers und der Luft unverändert bestehen könne. Zu diesem Zwecke sey g die Schwere an der unteren, g′ an der oberen Station, r der Erdhalbmesser und A der Höhenunterschied beider Stationen, dann ist nach dem erst erwähnten Gesetze

$$g : g' = \frac{1}{r^2} : \frac{1}{(A + r)^2} = (A + r)^2 : r^2$$

oder $g : g' = A^2 + 2Ar + r^2 : r^2$

und $g' = \frac{gr^2}{A^2 + 2Ar + r^2} = \frac{gr^2}{2Ar + r^2}$

weil A gegen r sehr klein ist, folglich auch A^2 gegen die übrigen Größen des Nenners verschwindet; oder

nach der Abkürzung $g' = \frac{gr}{2A + r} = \frac{g}{1 + \frac{2A}{r}}$

und nach der wirklichen Theilung

$$g' = g - \frac{2A}{r}$$

Das arithmetische Mittel der Schwere in beider Stationen ist

$$\frac{g + g'}{2} = \frac{1}{2}\left(g + g - \frac{2A}{r}\right) = g - \frac{A}{r}$$

Heißt man die Schwere an der Meeresfläche 1, und denkt man sich, daß sich diese Schwere von der Schwere an einer Station, wo der Barometerstand 336,9 Par. Lin. ist, oder g nicht merklich unterscheidet, so erhält man

$$\frac{1 + g'}{2} = 1 - \frac{A}{r}.$$

Da $\frac{A}{r}$ ein wahrer Bruch ist, so ist die Schwere der Luftsäule kleiner als 1, folglich ihr spezifisches Gewicht eben so viel kleiner. Damit nun das Gleichgewicht zwischen dieser Luftsäule und einer bestimmten Quecksilbersäule bestehen könne, muß das Volumen der Luftsäule um eben soviel nach ihrer Höhe zunehmen, als ihr spezifisches Gewicht abgenommen

hat, also um $\frac{A}{r}$. Ist die Höhe bei der Schwere $1 = 1$ so muß sie bei der Schwere $1 - \frac{A}{r}$ in $1 + \frac{A}{r}$ übergehen.

Der diesfalls verbesserte Coeffizient heißt dann

$$56385 \left(1 + \frac{A}{r}\right)$$

Auf die Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung hat Newton zuerst gedacht, Plairfay berechnete diese Abnahme und Laplace corrigirte darnach die barometrische Höhenmessungsformel.

§. 86. Der nach den angeführten Rücksichten verbesserte oder reduzirte barometrische Coeffizient ist jetzt,

$$56385 \left(1 \pm 0{,}00469 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)\left(1 + \frac{E + e}{B + b - (E + e)}\right)$$

$$\left(1 \mp 0{,}002709 \text{ cos. } 2\,\varphi\right)\left(1 + \frac{A}{r}\right)$$

wenn die Thermometer die Scale nach Reaumur haben.

Für die Scale des Celsius ist der Faktor nach §. 81 zu nehmen.

D. Correctionen der Barometerstände.

§. 87. Durch die Correctionen des Coeffizienten wurde die Luftsäule zwischen beiden Stationen auf einerlei Wärme, Feuchtigkeit und Schwere reduzirt und diesen Umständen gemäß verlängert oder verkürzt, damit sie einer Quecksilbersäule von bestimmter Höhe auch unter veränderten Umständen das Gleichgewicht halten könne. Nun ist der andere Theil der Grundformel (§. 75) (log. B — log. b) gleichfalls zu verbessern, weil die oben erwähnten Umstände auch auf diesen einen Einfluß ausüben.

So dehnt die Wärme das Quecksilber aus, und die Kälte zieht es zusammen (§. 32), dadurch wird die Quecksilbersäule länger oder kürzer, das spezifische Gewicht des Quecksilbers und dessen Verhältniß zu jenem der Luft verändert. Das Quecksilber ist deßwegen auf 0 R. zu reduziren (§. 33) nach der Formel $B \mp \frac{BT'}{4440}$ und $b \mp \frac{bt'}{4440}$, wo T' und t' die fixen Thermometerstände vorstellen.

Dadurch würde der zweite Theil der Grundformel die Gestalt bekommen log. $\left(B \mp \frac{BT'}{4440}\right)$ — log. $\left(b \mp \frac{bt'}{4440}\right)$

Um jedoch die Faktoren zur Correction nicht zu sehr zu vervielfältigen, ist es besser, für B und b die schon auf 0 R. reduzirten Barometerstände zu setzen, wie es in den folgenden Formeln auch allezeit geschehen ist.

Einige Physiker reduziren B und b anstatt auf 0 R. auf eine gemeinschaftliche Temperatur, z. B. b auf die Temperatur T′ oder B auf die Temperatur t′, dann kann die Correction für B durch dem allgemeinen Ausdrucke $B - \frac{B\,(T' - t')}{4440}$, und für b durch $b + \frac{b\,(T' - t')}{4440}$ vorgestellt werden. Es ist gleichgültig, ob man beide Barometerstände auf 0 R. oder den einen auf die Temperatur des anderen reduzirt, weil in beiden Fällen die Barometerstände auf dieselbe Temperatur gebracht werden.

§. 88. Die der Luft beigemengten Wasserdünste vergrößern die Höhe des Quecksilbers im Barometer. Der Barometerstand soll aber den Druck der trocknen Luft allein anzeigen; daher muß man den von den Dünsten herrührenden Druck von dem Barometerstande abziehen, wie im §. 56 vorgekommen ist. Heißen E und e die Spannkräfte der Dünste in der unteren und oberen Station, so sind die verbesserten Barometerstände $B - \frac{E}{6}$ und $b - \frac{e}{6}$ und der verbesserte Faktor der Grundformel lautet:

$$\log.\left(B - \frac{E}{6}\right) - \log.\left(b - \frac{e}{6}\right)$$

Auf diese Art machte zuerst die Correction Anderson. Baumgartner Zeitschrift für Ph. u. Math. B. 1.

§. 89. Wegen der geographischen Breite bedürfen die Barometerstände keiner Correction, weil die beiden Beobachtungsstationen von einander nicht weit entfernt seyn, also beinahe unter derselben Breite liegen sollen. Ist dieses der Fall, so ist der Einfluß der Breite auf die Barometer beider Stationen gleich und daher keine Reduktion weiter nothwendig.

Anders ist es wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung. Ein Körper wiegt auf einer höheren Station weniger, als in einer tiefer gelegenen, also ist auch das Quecksilber auf der oberen Station leichter, als auf der unteren und der Barometerstand auf jener höher als er

bei der Schwere des Quecksilbers an der unteren Station seyn würde. Deßwegen muß das Quecksilber in beiden Stationen auf gleiche Schwere reduzirt werden, wie es §. 87 auf gleiche Wärme reduzirt wurde. Dieses geschieht, wenn man die Schwere an der oberen Station durch Bruchtheile der Schwere an der unteren Station ausdrückt, und in demselben Verhältnisse, als jene kleiner ausfällt, den oberen Barometerstand vermindert, d. i. den obern Barometerstand mit dem erwähnten Ausdrucke der Schwere (an der obern Station) multiplizirt.

Die Schwere an der oberen Station ist nach §. 85 g', an der unteren $g = 1$, und $g' = \frac{r^2}{A^2 + 2Ar + r^2}$; mithin der corrigirte Baromterstand an der oberen Station

$$= b \times \frac{r^2}{A^2 + 2Ar + r^2} = b \times \frac{1}{\frac{A^2 + 2Ar + r^2}{r^2}}$$

und weil $\frac{2Ar}{r^2}$ im Vergleiche mit $\frac{r^2}{r^2}$ sehr klein ist,

$$= b \times \frac{1}{\frac{A^2 + r^2}{r^2}} \text{ oder } b \times \frac{1}{\left(\frac{A + r}{r}\right)^2},$$

weil die weggelassene kleine Größe $\frac{2Ar}{r^2}$ der Vollständigkeit des Quadrates keinen Abbruch macht. Wird der Nenner durch r getheilt, so erhält man

$$b \times \frac{1}{\left(1 + \frac{A}{r}\right)^2} = b\left(1 - \frac{A}{r}\right)^2$$

$$\text{und } \log. b\left(1 - \frac{A}{r}\right)^2 = \log. b + 2\log.\left(1 - \frac{A}{r}\right).$$

$\frac{A}{r}$ ist eine sehr kleine Größe, daher ist log. nat. $\left(1 \mp \frac{A}{r}\right)$ von $\frac{A}{r}$, folglich auch log. Brigg. $\left(1 \mp \frac{A}{r}\right)$ von $0{,}4342945\,\frac{A}{r}$ nicht merklich verschieden*).

*) J. T. Mayer Unterricht zur praktischen Geometrie. Göttingen 1802.

Durch die Substitution dieses Werthes wird

$$\log. b + 2 \log. \left(1 - \frac{A}{r}\right) = \log. b + 0{,}868589 \frac{A}{r}.$$

Demnach ist der diesfalls verbesserte zweite Theil der Grundformel

$$\left(\log. B - \log. b + 0{,}868589 \frac{A}{r}\right)$$

Ueber die Einführung dieser Correction gilt ebenfalls die Anmerkung zum §. 85.

§. 90. Wird die Correction der Barometerstände wegen der Ausdehnung durch die Wärme (§. 87) übergangen, so ist der verbesserte zweite Theil der Grundformel

$$\left(\log. \left(B - \frac{E}{6}\right) - \log. \left(b - \frac{e}{6}\right) + 0{,}868589 \frac{A}{r}\right)$$

E. Corrigirte barometrische Höhenmessungsformel.

§. 91. Wenn man den verbesserten barometrischen Coeffizienten §. 86 mit den verbesserten Log. der Barometerstände verbindet, so erhält man anstatt der Grundformel (§. 75) folgende nach den oben angegebenen Rücksichten verbesserte Formel zu barometrischen Höhenmessungen:

$$H - h = 56385\left(1 \pm 0{,}00469 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)$$

$$\left(1 + \frac{E + e}{B + b - (E + e)}\right)\left(1 \mp 0{,}002709 \cos. 2\varphi\right)\left(1 + \frac{A}{r}\right)$$

$$\left(\log. \left(B - \frac{E}{6}\right) - \log. \left(b - \frac{e}{6}\right) + 0{,}868589 \frac{A}{r}\right).$$

Für die Thermometerscale nach Celsius wäre bloß der Faktor $1 \pm 0{,}00469 \left(\frac{T + t}{2}\right)$ mit $1 \pm 0{,}00375 \left(\frac{T + t}{2}\right)$ zu verwechseln.

Die vollständige und verbesserte Formel besteht also:

a) Aus dem barometrischen Coeffizienten 56385 P. F.

b) Aus dem Faktor zur Correction des Einflußes der Wärme auf den Coeffizienten, in welchem das Zeichen + für Grade ober 0 R. und — für Grade unter 0 R. gebraucht wird.

c) Aus dem Faktor zur Correction des Coeffizienten wegen der durch die Wasserdünste bewirkten Verdünnung der Luft.

d) Aus dem Faktor zur Correction des Coeffizienten wegen der Veränderung der Schwere nach der geographischen Breite des Ortes, in welchem das Zeichen — für die Breite über 45° und + unter 45° anzuwenden ist.

e) Aus dem Faktor zur Correction des Coeffizienten wegen der Abnahme der Schwere der Luft in vertikaler Richtung.

f) Endlich aus dem Faktor der Logarithmen der Barometerstände an beiden Stationen, verbunden mit den Correctionen derselben wegen des Einflußes der Wasserdünste und der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung.

Man findet nach dieser Formel den Höhenunterschied $H - h$ in Pariser Fußen, weil der Coeffizient nach diesem Maße berechnet wurde. Wollte man die Höhe in Toisen bestimmen, so wäre der Coeffizient $\frac{56385}{6} = 9397{,}5$ Toisen.

Zur Bestimmung der Höhe in Wiener Fußen oder Wiener Klaftern wäre der Coeffizient 58058 W. F. oder 9676,3 W. Kl. anstatt des obigen zu setzen.

§. 92. Laplace *) glaubt, daß den Beobachtungen im Ganzen genommen ziemlich gut Genüge geschehe, wenn man die Correction wegen der Feuchtigkeit mit der Correction wegen der Luftwärme, da ohnedieß beide Umstände dieselbe Wirkung, nämlich Vergrößerung des Volumens der Luft hervorbringen, vereiniget. Er nimmt an, daß die Luftsäule zwischen beiden Stationen sich in einem mittleren Feuchtigkeitszustande befinde und fand dieser Abnahme gemäß, daß die Correction wegen der Feuchtigkeit hinreiche, wenn man in dem ersten Faktor, der die Ausdehnung der Luft wegen der Wärme angeht, bei dem Gebrauche der Scale R. anstatt 0,00469 die Zahl 0,005 oder bei der Scale C. anstatt 0,00375 die Zahl 0,004 setzet.

Nach dieser Abkürzung und für die Luftwärme nach R. lautet die obige Formel:

$$H - h = 56385\left(1 \pm 0{,}005\left(\frac{T+t}{2}\right)\right)\left(1 \mp 0{,}002709 \cos. 2\varphi\right)$$
$$\left(1 + \frac{A}{r}\right)\left(\log. B - \log. b + 0{,}868589\,\frac{A}{r}\right).$$

*) Traité de Mechanique céleste und Gilb. Annal. der Physik. B. 26.

Nach dieser Formel werden die folgenden Beispiele berechnet, weil die Beobachtung des Thaupunktes seit nicht gar langer Zeit mit den barometrischen und thermometrischen Beobachtungen verbunden wird, und daher die meisten früheren Beobachtungen nach der vollständigen Formel nicht berechnet werden konnten.

Bei der Anwendung der Formel soll A, das ist, der Höhenunterschied schon vorher bekannt seyn. Da dieses in der Regel nicht der Fall ist, so nehme man anfänglich A = 0, berechne H — h nach den übrigen Faktoren, setze dann die gefundene Höhe für A in die Formel und berechne neuerdings H — h nach allen vorkommenden Faktoren, um den richtigen Höhenunterschied als Resultat zu bekommen.

§. 93. Die Correction wegen der Schwere in latitudineller und vertikaler Beziehung beträgt nicht viel, erschwert aber und verlängert die Rechnung. Deßwegen haben mehrere Physiker dießfällige Abkürzungen vorgeschlagen. So setzt Puissant*) für die gesammte Correction wegen der Schwere den Faktor 1,00321, wodurch obige Formel sehr erleichtert wird, indem sie lautet:

$$H-h=56385\left(1\pm 0{,}005\left(\frac{T+t}{2}\right)\right)\left(\log. B-\log. b\right)\left(1{,}00321\right)$$

D'Aubuisson vermehrt zur Ersparung dieser gesammten Correction seinen Coeffizienten und setzt anstatt 18317 Meter oder 56387,8 P. F. den Coeffizienten 18375 Meter oder 56566,2 P. F. Ramond und Biot setzen anstatt 18336 Meter den Coeffizienten 18393 Meter, um die lange Rechnung wegen der vertikalen Abnahme der Schwere zu beseitigen. Herr Prof. Baumgartner erhöht zu demselben Zwecke seinen berechneten Coeffizienten 56320 um 150.

Aus den nachstehenden Beispielen wird ersichtlich werden, daß die Correctionen wegen der Schwere in latitudineller und vertikaler Beziehung sehr wenig betragen. Es ist aber doch nützlich sie beizubehalten, weil sie sicher sind und weil ohnedieß unvermeidliche Fehler, welche von der Beobachtung selbst, oder von den Anziehungen der Berge, oder von der Abnahme des mittleren Wärme- und Feuchtigkeitszustandes der Luft herrühren können, übrig bleiben; denn es ist nicht gewiß, daß die Wärme von unten nach oben in einer arithmetischen Reihe abnehme, und nicht wahrscheinlich, daß die Feuchtigkeit der ganzen Luftsäule dem Mittel der Feuchtigkeit beider Stationen gleichkomme. Auch können Winde und Temperaturveränderungen sowohl auf die Wärme als auf den hygrometrischen Zustand der Luftsäule einen so plötzlichen Einfluß ausüben, daß manche der obigen Voraussetzungen wenigstens zur Zeit der Beobachtung unrichtig werden.

---

*) Traité de Geodesie liv. 6.

F. Anwendung der Formel des §. 92 auf barometrische Höhenmessungen in Beispielen.

§. 94. Ich wählte zur Anwendung dieser Formel die Höhe des Montblanc über dem Beobachtungszimmer des Sennebier bei Genf, des Pic du Midi über Tarbes und des Monte Gregorio über Turin, weil Saussure, Ramond und D'Aubuisson, welche auf den genannten Bergen den Barometer- und Thermometerstand beobachteten, sowohl als umsichtige und genaue Beobachter bekannt sind, als auch ohne Zweifel mit den besten Instrumenten versehen waren. Zudem wurden diese drei Berge mit vorzüglichem Fleiße trigonometrisch gemessen und gestatten deshalb eine zuverläßige Vergleichung der barometrischen mit der trigonometrischen Messung.

§. 95. Erstes Beispiel. Höhe des Montblanc über Sennebiers Beobachtungszimmer und über dem Genfersee.

Saussure beobachtete am 3. August 1787 um 12 Uhr Mittags auf dem Gipfel des Montblanc den Barometerstand, den Thermometerstand am Barometer und im Freien, während gleichzeitig Sennebier bei Genf dieselben Beobachtungen anstellte.

Das Barometer am Montblanc zeigte 16,022 Par. Zolle, das fixe Thermometer + 1,2° R., das Thermometer im Freien — 2,3° R. Der auf 0 R. reduzirte Barometerstand ergiebt sich demnach (nach §. 33) 16,018 Par. Zolle.

Das Barometer bei Genf stand gleichzeitig auf 27,260 Par. Zolle; das fixe Thermometer auf + 19,2° R. und das Thermometer im Freien + 22,6° R. Der auf 0 R. reduzirte Barometerstand war mithin (nach §. 33) 27,143 Par. Zolle. Die geographische Breite des Gipfels des Montblanc ist 45° 50′.

In der Formel ist daher $B = 27{,}143$; $b = 16{,}018$; $T = + 22{,}6$; $t = - 2{,}3$; $\varphi = 45^\circ\ 50'$.
A ist einstweilen $= 0$, folglich

$$H - h = 56385\,(1 + 0{,}005 \times 10{,}15)(1 - 0{,}002709 \cos.\ 91^\circ 40')\,(\log.\ 27{,}143 - \log.\ 16{,}018)$$

oder $H - h = \log.\ 56385 + \log.\ (1 + 0{,}005 \times 10{,}15) + \log.\ (1 - 0{,}002709 \cos.\ 91^\circ\ 40') + \log.\ (\log.\ 27{,}143 - \log.\ 16{,}018)$

1) $\log.\ 56385 = 4{,}7511636$

2) $\log.\ (1 + 0{,}005 \times 10{,}15) = \log.\ 1{,}05075 = 0{,}0214994$

$0{,}002709 \cos. 91^{\circ} 40' = \log. 0{,}002709 + \log. \cos. 91^{\circ} 40'$

$\log. 0{,}002709 = 0{,}4328090 - 3$

$\log. \cos. 91^{\circ} 40' = \log. \cos. 88^{\circ} 20' = 0{,}4636649 - 2$

deren Summe $= 0{,}8964739 - 5$

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,00007879 mithin ist

$1 - 0{,}002709 \cos. 91^{\circ} 40' = 1 - 0{,}00007879$
$= 0{,}99992121$ und

3) $\log. (1 - 0{,}002709 \cos. 91^{\circ} 40') = \log. 0{,}99992121$
$= 0{,}9999653 - 1$

$\log. 27{,}143 = 1{,}4336578$
$\log. 16{,}018 = 1{,}2046083$

deren Unterschied $= 0{,}2290495$ (a) und

4) $\log. (\log. 27{,}143 - \log. 16{,}018) = \log. 0{,}2290495$
$= 0{,}3599292 - 1.$

Werden die Log. der gefundenen Faktoren 1, 2, 3, 4 addirt, nämlich

4,7511636
0,0214994
0,9999653 — 1
0,3599292 — 1

so ist deren Summe 4,1325575

und die Zahl dazu 13569 P. F.; folglich $H - h = 13569$ P. F. $= 2261{,}5$ Toisen.

Diese vorläufige Höhe ist in den noch zu berechnenden Faktoren $= A$ und der Erdhalbmesser $r = 3266331$ Toisen,

folglich $1 + \frac{A}{r} = 1 + \frac{2261{,}5}{3266331} = \frac{3268592{,}5}{3266331}$; daher

$$\log. \left(1 + \frac{A}{r}\right) = \log. \left(\frac{3268592{,}5}{3266331}\right) = \log. 3268592{,}5 - \log. 3266331$$

$\log. 3268592{,}5 = 6{,}5143485$
$\log. 8266331 = 6{,}5140561$

deren Unterschied $= 0{,}0002924$ oder

5) $\log. \left(1 + \frac{A}{r}\right) = 0{,}0002924$

Der letzte Faktor $\left(\log. \frac{B}{b} + 0{,}868589 \frac{A}{r}\right)$ ist, (weil $\log. \frac{B}{b}$ nach 3 (a) oben $= 0{,}2290495$

$= 02290495 + 0{,}868589 \times \frac{2261{,}5}{3266331}$

$$0{,}868589 \times \frac{2261{,}5}{3266331} = \log.\ 0{,}868589 + \log.\ \left(\frac{2261{,}5}{3266331}\right)$$

$$\log.\ \left(\frac{2261{,}5}{3266331}\right) = \log.\ 2261{,}5 - \log.\ 3266331$$

log. 2261,5 = 3,3543966
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,8403405 — 4 = $\left(\frac{A}{r}\right)$
log. 0,868589 = 0,9388142 — 1

deren Summe = 0,7791547 — 4 = $\left(0{,}868589\ \frac{A}{r}\right)$

Zu diesen Log. gehört die Zahl 0,00060138
zu welcher zu addiren ist log. $\frac{B}{b}$ = 0,2290495

deren Summe = 0,22965088 =
$\left(\log.\ \frac{B}{b} + 0{,}868589\ \frac{A}{r}\right)$ und

6) log. $\left(\log.\ \frac{B}{b} + 0{,}868589\ \frac{A}{r}\right)$ = log. 0,22965088 =
3610681 — 1.

Werden die Log. der Faktoren 1, 2, 3, 5 und 6 (4 ist schon in 6 enthalten) addirt, so ergiebt sich

4,7511636
0,0214994
0,9999653 — 1
0,0002924
0,3610681 — 1

deren Summe = 4,1339888

Zu diesen Log. gehört die Zahl 13614 P. F., folglich ist die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer oder H — h = 13614 P. F. = 2269 Toisen.

Nach Pictet ist dieses Zimmer über dem Genfersee 78 P. F. = 13 Toisen gelegen, mithin die Höhe des Montblanc über diesem See 13692 P. F. = 2282 Toisen.

Die trigonometrische Messung, welche Tralles von drei Standorten, nämlich von dem Molesson, von dem Schlosse zu Neuschatel, und auf dem Chasseral, mit einem Repetitionskreise vorgenommen hat, gab die Höhe des Montblanc über dem See von Neuschatel 13453 P. F.; welcher nach Pictet und Saussure 206 P. F. höher als der Genfersee liegt, folglich ist die trigonometrisch gemessene Hö-

he des Montblanc über letzterem See 13659 P. F. = 2276,5 Toisen *). Das Resultat der Formel weicht demnach um 5,5 Toisen von der trigonometrischen Messung ab.

§. 96. Zweites Beispiel. Höhe des Pic du Midi di Bigorre über Tarbes.

Ramond beobachtete auf dem Pic du Midi den Barometerstand 19,845 P. Z., den fixen Thermometerstand + 7,6° R. und den Thermometerstand im Freien + 3,2° R. Der auf 0 R. reduzirte Barometerstand (§. 33) war mithin 19,811 P. Z.

Dangos beobachtete gleichzeitig in Tarbes den Barometerstand 27,17 P. Z., den fixen Thermometerstand + 14,9° R., den Thermometerstand im Freien + 15,3° R. Der auf 0 R. reduzirte Barometerstand (§. 33) war also 27,079 P. Z. Die geographische Breite des Pic ist 43°

Werden diese Größen für B, b, T, t, φ in der Formel des §. 92 gesetzt, und A einstweilen = 0 angenommen, so ist H — h = 56385 P. F. (1 + 0,005 × 9,25)

(1 + 0,002709 cos. 86°) (log. 27,079 — log. 19,811)

oder H — h = log. 56385 + log. (1 + 0,005 × 9,25) + log. (1 + 0,002709 cos. 86) + log. (log. 27,079 — log. 19,811)

1) log. 56385 = 4,7511636

2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = log. 1,04625 = 0,0196355

0,002709 cos. 86° = log. 0,002709 + log. cos. 86°

log. 0,002709 = 0,4328090 — 3
log. cos. 86° = 0,8435845 — 2

deren Summe = 0,2763935 — 4

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,00018897
mithin ist 1 + 0,002709 cos. 86° = 1 + 0,00018897 = 1,00018897 und

3) log. (1 + 0,002709 cos. 86°) = log. 1,00018897 = 0,0000819

log. 27,079 = 1,4326326
log. 19,811 = 1,2969064

deren Unterschied = 0,1357262 (a) und

4) log. (log. 27,079 — log. 19,811) = log. 0,1357262 = 0,1326638 — 1

*) Gilb. Ann. B. 39.

Wenn man die 4 gefundenen Log. addirt, so erhält man

4,7511636
0,0196355
0,0000819
0,1326638 — 1

deren Summe = 3,9035448

Zu diesem Log. gehört die Zahl 8008,3; folglich ist
H — h = 8008,3 P. F. = 1334,7 Toisen.

Diese vorläufige Höhe ist in den letzten Faktoren = A, der Erdhalbmesser r ist schon bekannt;

daher $1 + \frac{A}{r} = 1 + \frac{1334,7}{3266331} = \frac{3267665,7}{3266331}$

und $\log. \left(\frac{3267665,7}{3266331}\right) = \log. 3267665,7 - \log. 3266331$

log. 3267665,7 = 6,5142289
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,0001728; mithin

5) $\log. \left(1 + \frac{A}{r}\right) = 0,0001728$

Der letzte Faktor $\left(\log. \frac{B}{b} + 0,868589 \frac{A}{r}\right)$ ist (weil $\log. \frac{B}{b}$ nach 3 (a) oben = 0,1357262) =

$0,1357262 + 0,868589 \times \frac{1334,7}{3266331}$

$0,868589 \times \frac{1334,7}{3266331} = \log. 0,868589 + \log. \frac{1334,7}{3266331}$

log. 1334,7 = 3,1253837
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,6113276 — 4 = $\frac{A}{r}$

log. 0,868589 = 0,9388142 — 1

deren Summe = 0,5501418 — 4 = $\left(0,868589 \frac{A}{r}\right)$

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,0003549

hiezu wird addirt $\log. \frac{B}{b} = 0,1357262$

deren Summe = 0,1360811; folglich ist

6) $\log. \left(\log. \frac{B}{b} + 0,868589 \frac{A}{r}\right) = \log. 0,1360811 =$
0,1337978 — 1.

Die Summe der Log. der Faktoren 1, 2, 3, 5 und 6 (weil 4 schon in 6 enthalten ist)

4,7511636
0,0196355
0,0000819
0,0001728
0,1337978 — 1

ist = 3,9048516.

Zu diesem Log. gehört die Zahl 8032,5; folglich ist H — h = 8032,5 P. F. = 1338,75 Toisen.

Nach der trigonometrischen Messung des Ramond ist die Höhe dieses Berges über Tarbes 8044 P. F. = 1340,66 Toisen *). Das Resultat der Formel weicht demnach von jener um 1,9 Toisen ab.

§. 97. Drittes Beispiel. Höhe des Monte Gregorio über Turin.

D'Aubuisson beobachtete am 17. Oktober 1809 zur Mittagsstunde am Monte Gregorio mit musterhafter Genauigkeit. Die Barometer beider Stationen waren von einander keine zwei Stunden in gerader Linie entfernt, auch war zwischen ihnen kein höher liegender Berg. Barometer und Thermometer hingen im Schatten, und um alle örtliche Erwärmung zu vermeiden, hing das freie Thermometer an der unteren Station 12 Fuß über dem Boden im Schatten einer Pappel. Nebstbei war im Oktober, wo die Tage kurz sind, weniger von einer örtlichen Erwärmung zu befürchten. Die Witterung war sehr schön und der Wind wehte nur schwach von Südwest **). Unter diesen günstigen Umständen beobachtete D'Aubuisson den Barometerstand (ohne Reduktion auf 0 R.) 22,351 P. Z., den fixen Thermometerstand 8,4° R. und die Luftwärme 7,9° R. Der auf 0 R. (nach §. 33) reduzirte Barometerstand war mithin 22,309 P. Z.

Gleichzeitig wurde in Turin der Barometerstand (ohne Reduktion auf 0 R.) 27,418 P. Z., der fixe Thermometerstand 15,9° R. und die Luftwärme 16° R. beobachtet. Der auf 0 R. reduzirte Barometerstand war also (nach §. 33) 27,320 P. Z.

Der Gipfel des Berges liegt unter der Breite 45°, folglich ist die dießfällige Correction = 0.

Werden diese Größen in der Formel des §. 92 für B, b, T, t substituirt, so ist (wenn A einstweilen = 0)

*) Gehlers neues phys. Wörterb. Artikel »Höhenmessung.«
**) Gilb. Ann. der Ph. B. 39.

$$H - h = 56385 \text{ P. F. } (1 + 0,005 \times 11,95)$$
$$(\log.\ 27,320 - \log.\ 22,309)$$

oder $H - h = \log.\ 56385 + \log.\ (1 + 0,005 \times 11,95) + \log.\ (\log.\ 27,320 - \log.\ 22,309)$

1) $\log.\ 56385 = 4,7511636$

2) $\log.\ (1 + 0,005 \times 11,95) = \log.\ 1,05975 = 0,0252036$

$\log.\ 27,320 = 1,4364807$
$\log.\ 22,309 = 1,3484801$

deren Unterschied $= 0,0880006$

3) $\log.\ 0,0880006 = 0,9444827 - 2$

Werden die gefundenen Logarithmen 1), 2), 3) addirt

4,7511636
0,0252036
0,9444827 — 2

so ist deren Summe = 3,7208499

Zu diesem Logarithmus gehört die Zahl 5258,3 P. F. = 876,38 Toisen und diese ist für die weitere Berechnung = A.

Nun ist der Faktor $\left(1 + \frac{A}{r}\right) = 1 + \frac{876,38}{3266331}$

$$= \frac{3266331 + 876,38}{3266331} = \frac{3267206,38}{3266631}$$

und $\log. \left(1 + \frac{A}{r}\right) = \log.\ 3267207,38 - \log.\ 3266331$

$\log.\ 3267207,38 = 6,5141757$
$\log.\ 3266331 = 6,5140561$

4) deren Unterschied $= 0,0001196 = \log. \left(1 + \frac{A}{r}\right)$

In dem letzten Faktor $\left(\log.\ B - \log.\ b + 0,868589\ \frac{A}{r}\right)$ ist Log. B — log. b = 0,0880006 (wie oben), A = 876,38 Toisen, und r wie oben = 3266331; mithin wird dieser Faktor

$$0,0880006 + 0,868589 \times \frac{876,38}{3266331}$$

$$0,868589 \times \frac{876,38}{3266331} = \log.\ 0,868589 + \log. \left(\frac{876,38}{3266331}\right)$$

$\log.\ 0,868589 = 0,9388142 - 1$
$\log.\ 876,38 = 2,9426925$
$\log.\ 3266331 = 6,5140561$

deren Unterschied $= 0,4286364 - 4$

mithin ist log. 0,868589 + log. $\left(\frac{376,38}{3266331}\right)$ = 0,9388142 — 1 + 0,4286364 — 4 = 0,3674506 — 4. Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,00023305

Wird dazu addirt log. B — log. b
oder 0,0880006

so ist die Summe 0,08823365
und der Log. dieser Summe

5) 0,9456310 — 2.

Werden jetzt die Faktoren 1), 2), 4), 5) (da 3 schon in 5) enthalten ist) addirt, so ist die Summe der Log. der Faktoren

4,7511636
0,0252036
0,0001196
0,9456310 — 2
= 3,7221178

Zu diesem Log. gehört die Zahl 5273,7 mithin ist H — h = 5273,7 P. F. oder 878,95 Toisen.

Die von D'Aubuisson mit aller Sorgfalt trigonometrisch gemessene Höhe dieses Berges ist 5259,3 P. F. oder 876,55 Toisen, das Resultat der Rechnung übertrifft daher jene um 2,4 Toisen.

§. 98. Um die längere Rechnung wegen A zu beseitigen, könnte man den Coeffizienten um 150 vermehren, und anstatt 56385 die Zahl 56535 setzen. Dann erhält man in Bezug auf den Montblanc die Summe der Logarithmen der Faktoren mittelst einer einzigen Rechnung, nämlich:

log. 56535 = 4,7523174
0,0214994
0,9999653 — 1 } (§. 95)
0,3599292 — 1
Summe 4,1337113

Diesem Log. entspricht die Zahl 13605 P. F. oder 2267,5 Toisen, folglich wird in Bezug auf den Genfersee H — h = 2280,5 Toisen.

Für den Pic du Midi sind die Log. der Faktoren:

log. 56535 = 4,7523174
0,0196355
0,0000819 } (§. 96)
0,1326638 — 1
und deren Summe 3,9046986

Diesem Log. entspricht die Zahl 8029,6.

Demnach wird $H - h = 8029,6$ P. F. oder 1338,2 Toisen.

Für den Monte Gregorio sind die Log. der Faktoren:

$$\begin{array}{rl} \log.\ 56535 = & 4,7523174 \\ & 0,0252036 \\ & 0,9444827 - 2 \end{array} \Big\}(\S.\ 97)$$

$$\text{deren Summe } 3,7220037$$

Zu diesem Log. gehört die Zahl 5284,5; mithin ist $H - h = 5284,5$ P. F. oder 880,7 Toisen.

Vergleicht man die Resultate der abgekürzten Rechnung mit jenen der vollständigen Formel, so sieht man, daß diese Abkürzung zulässig sey, ohne daß der Genauigkeit ein Abbruch geschieht.

Die Formel des §. 92 erhält dadurch die Form

$$H - h = 56535 \left(1 \pm 0,005 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)$$

$$(1 \mp 0,002709 \cos.\ 2\ \varphi)\ (\log.\ B - \log.\ b)$$

Wird zu den Logarithmen der Faktoren 1), 2) und 4 der Log. 1,00321 = 0,0013918 nach Puissant (§. 93) addirt, so erhält man im ersten Beispiele die Summe 4,1339840, zu welcher die Zahl 13645 gehört, also ist die Höhe des Montblanc $H - h = 13645$ P. F. = 2274 Toisen über Sennebiers Zimmer und 2287 Toisen über dem See von Genf. Im zweiten Beispiele findet man die Summe 3,9059888, zu welcher die Zahl 8053,5 gehört; folglich ist die Höhe des Pic über Tarbes $H - h = 8053,5$ P. F. = 1342,25 Toisen. Für den Monte Gregorio findet man nach dieser Rechnung die Höhe 5275,2 P. F. oder 879,2 Toisen.

Man sieht, daß die Resultate der Rechnung nach Puissant größer sind, als nach der Formel (§. 92) und daß, wenn Genauigkeit verlangt wird, die längere Rechnung der kürzeren vorzuziehen sey.

Bei diesen Berechnungen der Höhen kommen die nämlichen Resultate heraus, ob man die Barometerstände in Zollen und deren Bruchtheilen, wie in den Beispielen geschehen ist, oder in Linien und deren Bruchtheilen, oder endlich in Millimetern und deren Bruchtheilen ausdrückt, weil die Differenz der Logarithmen derselben Barometerstände allezeit dieselbe ist.

G. Die vorzüglichsten Höhenmessungsformeln anderer Physiker mit der Anwendung auf obige Beispiele.

§. 99. Seit der Zeit, als Pascal die Möglichkeit, die Höhen mit dem Barometer zu bestimmen dargethan hat, be-

mühten sich die Physiker, Formeln zu entwickeln, nach denen die Höhen berechnet werden könnten. Der Gründer der Theorie dieser Rechnungen ist der um die Astronomie verdiente Halley, welcher zuerst die Logarithmen zur Berechnung der Höhen anwendete. Seine Formel lautet:

$$H - h = 9752 \text{ Toisen } (\log. B - \log. b)$$

Nach dieser findet man die Höhe des Montblanc über dem Genfersee 2251,8 Toisen, des Pic du Midi über Tarbes 1323,6 Toisen und des Monte Gregorio über Turin 858,2 Toisen.

§. 100. Bouguer kam nach seinen in Amerika angestellten Beobachtungen auf die Formel:

$$H - h = 9666{,}66 \text{ T. } (\log. B - \log. b)$$

Darnach ist die erstgenannte Höhe des Montblanc 2227,2 Toisen, des Pic du Midi 1312 Toisen und des Monte Gregorio 850,6 Toisen.

§. 101. Tobias Mayer stellte die einfache Formel auf:

$$H - h = 10000 \text{ T. } (\log. B - \log. b)$$

Diese giebt die Höhe des Montblanc über dem See von Genf 2303,5 Toisen, des Pic zu Midi über Tarbes 1357 Toisen und des Monte Gregorio über Turin 880 Toisen.

Deluc fand diese Formel nur bei der Luftwärme 16,75° R. gültig. Für jeden Grad R. über jener glaubte er den Coeffizienten um $\frac{1}{215}$ vermehren, für jeden Grad unter derselben um $\frac{1}{215}$ vermindern zu müssen, weil nach seiner Ansicht eine Luftsäule, welche bei 16,75° R. eine gewisse Höhe hat, um die angeführte Größe ausgedehnt oder zusammengezogen würde. Die Formel des Deluc lautet daher*):

$$H - h = 10000 \text{ T. } \left(1 \pm \frac{\frac{T+t}{2} - 16{,}75}{215}\right) (\log. B - \log. b)$$

oder wenn sie auf 0 R. reduzirt wird,

$$H - h = 9221 \text{ T. } \left(1 \pm 0{,}005044 \left(\frac{T+t}{2}\right)\right) (\log. B - \log. b)$$

*) Gilb. Ann. der Ph. B. 28.

Darnach ist die schon genannte Höhe des Montblanc 2233,2 Toisen, des Pic du Midi 1309,9 Toisen, und des Monte Gregorio 860,35 Toisen.

§. 102. Villefosse nivellirte im Jahre 1805 das Harzgebirge mit dem Barometer, änderte aber die Formel des Deluc dahin ab, daß er die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Luft für jeden Grad R. nicht $\frac{1}{215}$, sondern etwas größer, nämlich $\frac{1}{182,4}$ annahm *).

Seine Formel ist:

$$H - h = 10000\ \text{T.} \left(1 \pm \frac{\frac{T+t}{2} - 16,75}{182,4}\right) (\log. B - \log. b)$$

oder von 16,75° R. auf 0 R. reduzirt,

$$H - h = 9082\ \text{T.} \left(1 \pm 0,006 \left(\frac{T+t}{2}\right)\right) (\log. B - \log. b).$$

Nach dieser Formel findet man die schon oft genannte Höhe des Montblanc 2214,8 Toisen, des Pic du Midi 1301 Toisen, und des Monte Gregorio 856,5 Toisen.

§. 103. Trembley fand die Formel des Deluc bei 11,5° R. gültig; bei einer höheren Temperatur vergrößerte er für jeden Grad R. den Coeffizienten um $\frac{1}{192}$, bei minderen Temperaturen verminderte er ihn um eben so viel**).

Seine Formel lautet:

$$H - h = 10000\ \text{T.} \left(1 \pm \frac{\frac{T+t}{2} - 11,5}{192}\right) (\log. B - \log. b)$$

oder auf 0 R. reduzirt,

$$H - h = 9401\ \text{T.} \left(1 \pm 0,00554 \left(\frac{T+t}{2}\right)\right) (\log. B. - \log. b)$$

Darnach ist die Höhe des Montblanc 2287,3 Toisen, des Pic du Midi 1341,3 Toisen, und des Monte Gregorio 882 Toisen.

*) Gilb. Ann. d. Ph. B. 28.
**) Gilb. Ann. d. Ph. B. 26.

Nach Ramond giebt diese Formel bei 8° R. Luftwärme die Höhen so, wie die Formel des Laplace; bei höheren Temperaturen giebt sie aber die Höhen zu groß und bei niederern zu klein. Dasselbe gilt von den ähnlichen Formeln des Schuckburgh und Roy.

Nach der Formel des Trembley hat Fallon die Barometer- und Thermometerbeobachtungen, welche Gebhard im Auftrage Sr. kaiserl. Hoheit des durchlauchtigsten Erzherzogs Johann am 27. September 1804 auf der Orteles spitze und zu Mals anstellte, berechnet und die Höhe dieses Berges über Mals 1821,6 Toisen, über der Etsch bei Glurns 1891,6 Toisen und über der Meeresfläche 2334 Toisen gefunden. Der Barometerstand auf dem Berge war 16 Z. 2 L. P. M., zu Mals 25 Z. P. M.; das Thermometer stand oben — 3° R., unten + 15° R., die Witterung war dabei sehr stürmisch. (Gilb. Ann. B. 20.)

§. 104. Schmidt in Gießen hält nach seinen eigenen Beobachtungen den Coeffizienten 9377 Toisen bei 0 R. richtig, welchen er für jeden Grad über 0 R. durch Addition von $\frac{1}{207} = 0{,}00483$, für jeden Grad unter 0 R. durch Subtraction derselben Größe verbessert *).

Die Formel ist nach dieser Annahme

$$H - h = 9377\ \text{T.}\left(1 \pm 0{,}00483\left(\frac{T + t}{2}\right)\right)$$
$$(\log.\ B - \log.\ b)$$

Darnach hat der Montblanc über dem Genfersee die Höhe 2266 Toisen, der Pic du Midi über Tarbes 1329,5 Toisen, und der Monte Gregorio über Turin 870,79 Toisen.

§. 105. Eine von den vorigen ganz verschiedene Formel stellte v. Lindenau **) auf. Er leitete den Coeffizienten aus Vergleichungen trigonometrisch und barometrisch gemessenen Höhen ab (§. 71), und schlägt einen neuen Weg zur Correction wegen der Luftwärme ein. Nach seinen Beobachtungen hat es den Anschein, daß der Coeffizient der Wärmeabnahme in demselben Verhältnisse abnehme, wie die Höhe der Luftschichten zunimmt; nicht aber, daß die mittlere Wärme beider Stationen der mittleren Wärme der Luftsäule zwischen beiden gleich sey.

Die Formel lautet:

$$H - h = 9442\ \text{T.}\left(1 + \left(\frac{T + t}{400}\right) - \frac{(T - t)^2}{4\,(200)^2}\right)$$
$$(\log.\ B - \log.\ b)$$

---

*) Gehler physikalisches Wörterbuch Artikel »Höhenmessung.«

**) Tables barometriques pour faciliter le calcul des mesures des hauteurs. Gotha 1809.

I. Diese Formel auf die obigen Beispiele angewendet, erhält für den Montblanc die Form:

$$H - h = 9442 \left(1 + \frac{20{,}3}{400} - \frac{24{,}9^2}{4\ (200)^2}\right)$$

$$(\log.\ 27{,}143 - \log.\ 16{,}018)$$

$$= 9442\ (1 + 0{,}05075 - 0{,}00387)\ (0{,}2290495)$$

$$= 9442 \times 1{,}04688 \times 0{,}2290495 \text{ oder}$$

$$H - h = \log.\ 9442 + \log.\ 1{,}04688 + \log.\ 0{,}2290495$$

1) log. 9442 = 3,9750640
2) log. 1,04688 = 0,0198970
3) log. 0,2290495 = 0,3599292 — 1.

deren Summe = 3,3548902

Zu diesem Log. gehört die Zahl 2264, folglich ist H — h = 2264 Toisen über Sennebiers Zimmer und 2277 Toisen über dem Genfersee.

II. Für die Höhe des Pic du Midi über Tarbes ist

$$H - h = 9442 \left(1 + \frac{18{,}5}{400} - \frac{(12{,}1)^2}{4\ (200)^2}\right) \times$$

$$0{,}1357262 = 9442 \times 1{,}045335 \times 0{,}1357262 =$$

$$\log.\ 9442 + \log.\ 1{,}045335 + \log.\ 0{,}1357262$$

1) log. 9442 = 3,9750640
2) log. 1,045335 = 0,0192555
3) log. 0,1357262 = 0,1326638 — 1

deren Summe = 3,1269803

Zu diesem Log. gehört die Zahl 1339,6; folglich ist der Pic du Midi 1339,6 Toisen über Tarbes.

III. Auf den Monte Gregorio angewendet wird die Formel

$$H - h = 9442 \left(1 + \frac{23{,}9}{400} - \frac{(16 - 7{,}9)^2}{4\ (200)^2}\right)$$

$$(0{,}0880006) = 9442 \times 1{,}05934 \times 0{,}0880006 =$$

$$\log.\ 9442 + \log.\ 1{,}05934 + \log.\ 0{,}0880006$$

1) log. 9442 = 3,9750640
2) log. 1,05934 = 0,0240355
3) log. 0,0880006 = 0,9444827 — 2

deren Summe = 2,9435822

Zu diesen Log. gehört die Zahl 878,17; folglich ergiebt sich die Höhe des Monte Gregorio über Turin 878,17 Toisen.

§. 106. Die Physiker in Frankreich pflegen die Barometerstände in Millimetern und deren Theilen, die Thermometerstände nach C., und die Ortshöhen in Metern auszudrücken.

Laplace *) stellte die Formel auf:

$$H - h = 18336 \text{ M. oder } 9407 \text{ T.} \left(1 \pm 0{,}005 \left(\frac{T+t}{2}\right)\right)$$

$$\left(1 \mp 0{,}002845 \cos. 2\varphi\right)$$

$$\left(1 + \frac{A}{r}\right)\left(\log. \frac{B}{b} + 0{,}868589 \frac{A}{r}\right)$$

Da das metrische Maß außer Frankreich weniger gebräuchlich ist, so reduzire ich die Formel auf Toisen, indem 18336 Meter = 9407,6 Toisen sind, und die Scale nach C. auf die Scale nach R.

I. Diese Formel auf den Montblanc angewendet wird

$$H - h = 9407{,}6 \text{ T.} \quad (1 + 0{,}005 \times 10{,}15)$$

$(1 - 0{,}002845 \cos. 91^\circ 40')$ $(\log. 27{,}143 - \log. 16{,}018)$ wenn A indessen = 0 gesetzt wird.

1) log. 9407,6 = 3,9734788

2) log. (1 + 0,005 × 10,15) = log. 1,05075 = 0,0214994 (§. 95)

0,002845 cos. 91° 40′ = log. 0,002845 + log. cos. 91° 40′

log. 0,002845 = 0,4540823 — 3

log. cos. 91° 40′ = 0,4636649 — 2

deren Summe = 0,9177472 — 5

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,000082746; folglich ist 1 — 0,002845 cos. 91° 40′ = 1 — 0,000082746 = 0,999917254

3) log. (1 — 0,002845 cos. 91° 40′) = log. 0,999917254 = 0,9999609 — 1

4) log. (log. 27,143 — log. 16,018) = log. 0,2290495 = 0,3599292 — 1 (§.95)

Werden die 4 gefundenen Log. addirt

3,9734788
0,0214994
0,9999609 — 1
0,3599292 — 1

so ist deren Summe = 3,3548683

Zu diesem Log. gehört die Zahl 2263,9; folglich ist H — h vorläufig = 2263,9 Toisen.

Diese Höhe ist in den letzten Faktoren = A, und dann

$$1 + \frac{A}{r} = 1 + \frac{2263{,}9}{3266331} = \frac{3268594{,}9}{3266331}$$

*) Traite de mécanique céleste. Paris 1805, und Gilb. Ann. d. Ph. B. 26.

$$\log.\left(\frac{3268594,9}{3266331}\right) = \log.\ 3268594,9 - \log.\ 3266331$$

$$\log.\ 3268594,9 = 6,5143485$$
$$\log.\ 3266331 = 6,5140561$$

deren Unterschied = 0,0002924; daher ist

5) $\log.\left(1 + \frac{A}{r}\right) = 0,0002924$

In dem letzten Faktor $\log.\frac{B}{b} + 0,868589\frac{A}{r}$ ist $0,868589\frac{A}{r} = \log.\ 0,868589 + \log.\frac{A}{r}$ oder = $\log.\ 0,868589 + \log.\ 2263,9 - \log.\ 3266331$

$$\log.\ 0,868589 = 0,9388142 - 1$$
$$\log.\ 2263,9 = 3,3548572$$

deren Summe = 3,2936714
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,7796153 — 4

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,00060202

hiezu wird addirt $\log.\frac{B}{b}$ oder 0,2290495

dann ist deren Summe = 0,22965152 und

6) $\log.\left(\log.\frac{B}{b} + 0,868589\frac{A}{r}\right) = \log.\ 0,22965152 = 0,3610693 - 1$

Da 4) in 6) enthalten ist, so geben die Log. 1, 2, 3, 5 und 6 addirt

1) 3,9734788
2) 0,0214994
3) 0,9999609 — 1
5) 0,0002924
6) 0,3610693 — 1

die Summe = 3,3563008

Zu diesem Log. gehört die Zahl 2271,4; daher ist H — h = 2271,4 Toisen über Sennebiers Zimmer und 2284,4 Toisen über dem Genfersee.

II. Für die Höhe des Pic du Midi über Tarbes erhält man nach der Substitution

$$H - h = 9407,6\ \text{T.}\ (1 + 0,005 \times 9,25)$$
$$(1 + 0,002845\ \cos.\ 86^{0})\ (\log.\ 27,079 - \log.\ 19,811)$$

wobei A einstweilen = 0 angenommen wird.

1) log. 9407,6 = 3,9734788

2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = log. 1,04625 = 0,0196355 (§. 96)

3) log. (1 + 0,002845 cos. 86°) = 0,0000859

4) log. (log. 27,079 — log. 19,811) = log. 0,1357262 = 0,1326638 — 1. (§. 96)

Diese Log. addirt

3,9734788
0,0196355
0,0000859
0,1326638 — 1

geben die Summe 3,1258640

Zu diesem Log. gehört die Zahl 1336,17; folglich ist H — h vorläufig 1336,17 Toisen, und A in den zwei übrigen Faktoren dieser Größe gleich.

Dann ist $1 + \frac{A}{r} = 1 + \frac{1336,17}{3266331} = \frac{3267667,17}{3266331}$

$$\log. \left(\frac{3267667,17}{3266331}\right) = \log. 3267667,17 - \log. 3266331$$

log. 3267667,17 = 6,5142289
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,0001728; daher

5) $\log. \left(1 + \frac{A}{r}\right) = 0,0001728$

Da hier $\log. \frac{B}{b} = 0,1357262$; so ist der letzte Faktor

$$= 0,1357262 + 0,868589 \times \frac{1336,17}{3266331}$$

$$0,868589 \times \frac{1336,17}{3266331} = \log. 0,868589 + \log. 1336,17 - \log. 3266331$$

log. 0,868589 = 0,9388142 — 1
log. 1336,17 = 3,1258618

deren Summe = 3,0646760
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,5506199 — 4

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,00035532

hiezu wird addirt $\log. \frac{B}{b}$ oder 0,1357262

deren Summe = 0,13608152; folglich

6) $\log. \left(\log. \frac{B}{b} + 0,868589 \frac{A}{r}\right) = \log. 0,13608152 = 0,1337997 - 1.$

Die Log. 1, 2, 3, 5 und 6 (weil 4 schon in 6 enthalten ist) werden addirt; zu deren Summe 3,1271727 gehört die Zahl 1340,2; also ist die Höhe des Pic über Tarbes 1340,2 Toisen.

III. Für Monte Gregorio ist, wenn A vorläufig = 0 gesetzt wird,

$$H - h = 9407{,}6\ \text{T.}\ (1 + 0{,}005 \times 11{,}95)\ (\log.\ 27{,}320 - \log.\ 22{,}309)$$

1) $\log.\ 9407{,}6 = 3{,}9734788$

2) $\log.\ (1 + 0{,}005 \times 11{,}95) = \log.\ 1{,}05975 = 0{,}0252036$ (§. 97)

3) $\log.\ (\log.\ 27{,}320 - \log.\ 22{,}309) = \log.\ 0{,}0880006 = 0{,}9444827 - 2$ (§. 97)

deren Summe = 2,9431651

Hiezu gehört die Zahl 877,3; folglich ist vorläufig $H - h = 877{,}3$ Toisen und in den letzten Faktoren = A.

$$1 + \frac{A}{r} = 1 + \frac{877{,}3}{3266331} = \frac{3267208{,}3}{3266331}$$

$$\log.\ \frac{3267208{,}3}{3266331} = \log.\ 3267208{,}3 - \log.\ 3266331$$

$\log.\ 3267208{,}3 = 6{,}5141757$

$\log.\ 3266331 = 6{,}5140561$

deren Unterschied = 0,0001196; daher

4) $\log.\ \left(1 + \frac{A}{r}\right) = 0{,}0001196$

Für den letzten Faktor ist $0{,}868589\ \frac{A}{r} =$

$\log.\ 0{,}868589 + \log.\ 877{,}3 - \log.\ 3266331$

$\log.\ 0{,}868589 = 0{,}9388142 - 1$

$\log.\ 877{,}3 = 2{,}9431481$

deren Summe = 2,8819623

$\log.\ 3266331 = 6{,}5140561$

deren Unterschied = 0,3679062 — 4

Diesem Log. entspricht die Zahl 0,00023329; wird dazu der Log. $\frac{B}{b} = 0{,}0880006$ addirt,

so ist die Summe = 0,08823389 und

5) $\log.\ \left(\log.\ \frac{B}{b} + 0{,}868589\ \frac{A}{r}\right) = \log.\ 0{,}08823389 = 0{,}9456310 - 2$

Zur Summe der Log. 1, 2, 4 und 5 (weil 3 in 5 vorkömmt), nämlich 2,9444330 gehört die Zahl 879,89; foglich ist die Höhe des Monte Gregorio über Turin 879,89 Toisen.

In dem Werke »Exposition du systeme du monde Paris 1796, und deutsch Frankfurt 1997« bedient sich Laplace der Formel des Deluc auf die Scale des Celsius reduzirt, nämlich

$$H - h = 9221\ \mathfrak{T}.\ \left(1 \pm \left(\frac{T + t}{250}\right)\frac{1}{2}\right)\left(\log.\ \frac{B}{b}\right)$$

§. 107. Zur Vermeidung der längeren Rechnung, welche auf die vorläufige Bestimmung von A folgt, kann man den Faktor des Puissant auch bei der Formel des Laplace gebrauchen.

Für diesen Fall addirt man im I. Beispiele §. 106 die Log. 1), 2), 4) zu dem Log. 1,00321 = 0,0013918. Zur Summe 3,3562992 gehört die Zahl 2271,4; daher ist H — h 2271,4 Toisen über der unteren Station, und 2284,4 Toisen über dem See von Genf. Eben so verfährt man im II. Beispiele, wo die fragliche Summe 3,1271699 gefunden wird. Zu dieser gehört die Zahl 1340,2; folglich ist H — h = 1340,2 Toisen. Für den Monte Gregorio ergiebt sich auf dieselbe Weise die Summe 2,9445569, welcher die Zahl 880,15 Toisen als Werth für H — h entspricht.

§. 108. Ramond hielt nach seinen ersten Untersuchungen den Coeffizienten des Deluc 17972,1 Meter = 9221 Toisen für den richtigsten, nachdem er aber in den Pyrenäen viele Beobachtungen anstellte, so leitete er aus diesen den Coeffizienten 18336 Meter = 9407,6 Toisen ab, welcher für die Normalbreite von 45°, die Ebene der Meeresfläche, und die mittlere Luftfeuchtigkeit vor anderen den Vorzug verdienen, und in Ermanglung hygrometrischer Beobachtungen gewählt werden soll.

In der Folge erhöhte Ramond*) diesen Coeffizienten auf 18393 Meter = 9436,8 Toisen, um die mühsame Correction wegen der Abnahme der Schwere in verticaler Richtung zu beseitigen. Er behauptet, daß bis zu einer Höhe von etwa 3000 Meter = 1539 Toisen die Correction auf diese Weise genüge.

Im übrigen hält er sich an die Bestimmung des Laplace

Die Formel lautet:

---

*) Memoires sur la formule barometrique de la Mécan. cél. par Ramond. Clermont 1811.

$$H - h = 18393\ \text{M. oder } 9436{,}8\ \text{T.} \left(1 \pm 0{,}005 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)$$
$$\left(1 \mp 0{,}002845 \cos. 2\varphi\right) \left(\log. B - \log. b\right)$$

Wird diese Formel auf die obigen 3 Beispiele angewendet, so erhält man I. für den Montblanc.

$$H - h = 9436{,}8\ (1 + 0{,}005 \times 10{,}15)$$
$$(1 - 0{,}002845 \cos. 91^0\ 40') (\log. 27{,}143 - \log. 16{,}018)$$

1) log, 9436,8 = 3,9748248
2) log. (1 + 0,005 × 10,15) = 0,0214994 (§. 95)
3) log. (1 — 0,002845 cos. 91° 40′) = 0,9999609 — 1 (§. 106 I)
4) log. (log. 27,143 — log. 16,018) = 0,3599292 — 1 (§. 95)

deren Summe = 3,3562143

Zu diesem Log. gehört die Zahl 2270,9; folglich ist H — h = 2270,9 Toisen in Bezug auf die untere Station und 2283,9 Toisen über dem Genfersee.

II. Für den Pic du Midi erhält man die Formel

$$H - h = 9436{,}8\ (1 + 0{,}005 \times 9{,}25)$$
$$(1 + 0{,}002845 \cos. 86^0) (\log. 27{,}079 - \log. 19{,}811)$$

1) log. 9436,8 = 3,9748248
2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = 0,0196355 (§. 96)
3) log. (1 + 0,002845 cos. 86°) = 0,0000859 (§. 106)
4) log. (log. 27,079 — log. 19,811) = 0,1326638 — 1 (§. 96)

deren Summe = 3,1272100

Diesem Log. entspricht die Zahl 1340,3; mithin ist H — h = 1340,3 Toisen.

III. Für den Monte Gregorio wird

$$H - h = 9436{,}8\ (1 + 0{,}005 \times 11{,}95) (\log. 27{,}320 - \log. 22{,}309)$$

1) log. 9436,8 = 3,9748248
2) log. (1 + 0,005 × 11,95) = 0,0252036 (§. 97)
3) log. (log. 27,320 — log. 22,309) = 0,9444827 — 2 (§. 97)

deren Summe = 2,9445111

Diesem Log. entspricht die Zahl 880, daher ist H — h = 880 Toisen.

Bei dieser Formel kann der Faktor des Puissant nicht in Anwendung kommen, weil die Correction wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung schon in dem Coeffizienten enthalten ist.

§. 109. Ramond brachte auch die Formel des Laplace auf einen kürzeren Ausdruck und erleichterte dadurch die Berechnung der Höhen nach derselben *).

Diese modifizirte Formel des Laplace lautet:

$$H - h = 18393 \text{ M. oder } 9436{,}8 \text{ T.}$$
$$\left(1 \pm 0{,}005 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2 \varphi}\right)\left(\log. B - \log. b\right)$$

Bei der Anwendung derselben I. auf den Montblanc nehme man aus dem vorigen §. (I) die Logarithmen der schon bekannten Faktoren, nämlich:

1) log. 9436,8 = 3,9748248

2) log. (1 + 0,005 × 10,15) = 0,0214994

3) log. (log. 27,143 — log. 16,018) = 0,3599292 — 1.

Der Faktor $\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2 \varphi}\right)$ = log. 352,4 — log. (351,4 + sin.² φ)

Für I. ist sin.² φ = sin.² 45° 50′ = 2 log. sin. 45° 50′
log. sin. 45° 50′ = 0,8557106 — 1
2 log. sin. 45° 50′ = 0,7114212 — 1

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,51454; folglich ist 351,4 + sin.² φ = 351,4 + 0,51454 = 351,91454
log. 352,4 = 2,5470359
log. 351,91454 = 2,5464316

deren Unterschied = 0,0006043; mithin

4) log. $\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2 \varphi}\right)$ = 0,0006043

Zur Summe der 4 gefundenen Log. = 3,3568577 gehört die Zahl 2274,3; folglich ist H — h = 2274,3 Toisen über der unteren Station und 2287,3 Toisen über dem Genfersee.

II. Für den Pic du Midi sind 3 Faktoren aus dem vorigen §. zu nehmen, nämlich:

1) log. 9436,8 = 3,9748248

2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = 0,0196355

3) log. (log. 27,079 — log. 19,811) = 0,1326638 — 1.

Der Faktor $\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2 \varphi}\right)$ = log. 352,4 — log. (351,4 + sin.² φ)

Für II. ist sin.² φ = sin.² 43° = 2 log. sin. 43°
log. sin. 43° = 0,8337833 — 1
2 log. sin. 43° = 0,6675666 — 1. Hiezu gehört die

*) Gilb. Ann. B. 38, und Memoires etc.

Zahl 0,46512; folglich ist $351{,}4 + \sin.^2 43^\circ = 351{,}4 + 0{,}46512 = 351{,}86512$

$$\log.\ 352{,}4 = 2{,}5470359$$
$$\log.\ 351{,}86512 = 2{,}5463699$$

deren Unterschied = 0,0006660; daher

$$4)\ \log.\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2\ \varphi}\right) = 0{,}0006660$$

Zur Summe der 4 gefundenen Log. = 3,1277901 gehört die Zahl 1342,1; daher ist H — h = 1342,1 Toisen.

III. Für den Monte Gregorio sind aus dem vorigen §. die Log.

1) $\log.\ 9436{,}8 = 3{,}9748248$

2) $\log.\ (1 + 0{,}005 \times 11{,}95) = 0{,}0252036$

3) $\log.\ (\log.\ 27{,}320 - \log.\ 22{,}309) = 0{,}9444827 - 2$

Der Ausdruck $\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2\ \varphi}\right) = \log.\ 352{,}4 - \log.\ (351{,}4 + \sin.^2\ \varphi)$

Für III. ist $\sin.^2\ \varphi = \sin.^2\ 45^\circ = 2\ \log.\ \sin.\ 45^\circ$

$$\log.\ \sin.\ 45 = 0{,}8494850 - 1$$

$2\ \log.\ \sin.\ 45^\circ = 0{,}6989700 - 1$. Dazu gehört die Zahl 0,5000; folglich ist $351{,}4 + \sin.^2\ 45 = 351{,}9$

$$\log.\ 352{,}4 = 2{,}5470359$$
$$\log.\ 351{,}9 = 2{,}5464193$$

deren Unterschied = 0,0006166

und $4)\ \log.\left(\frac{352{,}4}{351{,}4 + \sin.^2\ 45}\right) = 0{,}0006166$

Zur Summe der 4 gefundenen Log. = 2,9451277 gehört die Zahl 881,3; daher ist H — h = 881,3 Toisen.

Der Faktor des Puissant kann hier aus dem im vorigen §. angeführten Grunde nicht angewendet werden.

§. 110. Oltmann *) stellte die Formel des Laplace auf folgende Weise dar:

$$H - h = 18336 \text{ Meter oder } 9407{,}6 \text{ Toisen} \left(1 \pm 0{,}005 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right) \left(1 \mp 0{,}002837 \cos.\ 2\ \varphi\right) \left(\log.\ B - \log.\ b\right) \left(\frac{1 + \log.\ \frac{B}{b} + 0{,}868589}{327}\right)$$

*) Tables hypsometriques portatives. Paris 1811, und Gilb. Ann. B. 38.

I. Wenn man die Log. der Faktoren für den Montblanc entwickelt, so erhält man

1) log. 9407,6 = 3,9734788 (§. 106)

2) log. $(1 + 0,005 \times 10,15)$ = 0,0214994 (§. 106)

3) log. (log. 27,143 — log. 16,018) = 0,3599292 — 1 (§. 106)

Zur Bestimmung des Log. $(1 - 0,002837 \cos. 2\varphi)$ ist $0,002837 \cos. 2\varphi$ = log. 0,002837 + log. cos. 91° 40′

log. 0,002837 = 0,4528593 — 3

log. cos. 91° 40′ = log. cos. 88° 20′ = 0,4636649 — 2

deren Summe 0,9165242 — 5

Dazu gehört die Zahl 0,000082513. Es ist also

1 — 0,002837 cos. 88° 20′ = 1 — 0,000082513
= 0,999917487 und

4) log. $(1 - 0,002837 \cos. 2\varphi)$ = log. 0,999917487 =
0,9999609 — 1

Im letzten Faktor ist log. $\frac{B}{b}$ = 0,2290495 (§. 106),

also $\dfrac{1 + \log. \frac{B}{b} + 0,868589}{327} = \dfrac{1 + 0,2290495 + 0,868589}{327}$

$= \dfrac{327 + 0,2290495 + 0,868589}{327} = \dfrac{328,0976385}{327}$

log. 328,0976385 = 2,5159930

log. 327 = 2,5145478

deren Unterschied = 0,0014452; mithin

5) log. $\dfrac{\left(1 + \log. \frac{B}{b} + 0,868589\right)}{327} = 0,0014452$

Die 5 gefundenen Log. addirt

3,9734788
0,0214994
0,3599292 — 1
0,9999609 — 1
0,0014452

haben zur Summe 3,3563135. Zu dieser gehört die Zahl 2271,5; folglich ist H — h = 2271,5 Toisen über der unteren Station und 2284,5 Toisen über dem See von Genf.

II. Wird diese Formel auf den Pic du Midi angewendet, so giebt §. 106 (II) die Log. der 3 folgenden Faktoren

1) log. 9407,6 = 3,9734788

2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = 0,0196355

3) log. (log. B — log. b) = log. (log. 27,079 — log. 19,811)
= 0,1326638 — 1.

In dem Faktor (1 + 0,002837 cos. 2 φ) ist
0,002837 cos. 2 φ = log. 0,002837 + log. cos. 2 φ
log. 0,002737 = 0,4528593 — 3
Für II. ist log. cos. 2 φ = log. cos. 86° = 0,8435845 — 2
deren Summe = 0,2964438 — 4

Da zu diesem Log. die Zahl 0,00019789 gehört, so ist
1 + 0,002837 cos. 2 φ = 1,00019789 und

4) log. (1 + 0,002837 cos. 2 φ) = log. 1,00019789 =
0,0000857

Da in dem letzten Faktor log. $\frac{B}{b}$ nach §. 96 =
0,1357262 ist, so wird aus 1 + $\frac{\log. \frac{B}{b} + 0,868589}{327}$

der Ausdruck $1 + \frac{0,1357262 + 0,868589}{327} =$

$\frac{327 + 0,1357262 + 0,868589}{327} = \frac{328,0043152}{327}$

log. 328,0043152 = 2,5158738
log. 327 = 2,5145478
deren Unterschied = 0,0013260 und daher

5) log. $\left(1 + \frac{\log. \frac{B}{b} + 0,868589}{327}\right) = 0,0013260$

Zu der Summe der 5 gefundenen Log. = 3,1271889
gehört die Zahl 1340,3; mithin ist H — h = 1340,2 Toisen.

III. Für den Monte Gregorio sind die Log. der nachstehenden 3 Faktoren, wie §. 106 (III.), nämlich

1) log. 9407,6 = 3,9734788

2) log. (1 + 0,005 × 11,95) = 0,0252036

3) log. (log. 27,320 — log. 22,309) = 0,9444827 — 2

Die Correction wegen der Breite bleibt weg, weil der Gipfel des Monte Gregorio unter der Normalbreite 45° liegt.

In dem letzten Faktor ist log. $\frac{B}{b}$ = 0,0880006 (§. 106)

folglich $\dfrac{1 + \log.\frac{B}{b} + 0{,}868589}{327} =$

$$\frac{327 + 0{,}0880006 + 0{,}868589}{327} = \frac{327{,}9565896}{327}$$

log. 327,9565896 = 2,5158162
log. 327 = 2,5145478

deren Unterschied = 0,0012684. Es ist also

4) $\log.\left(\dfrac{1 + \frac{B}{b} + 0{,}868589}{327}\right) = 0{,}0012684$

Zur Summe dieser 4 gefundenen Log. = 2,9444335 gehört die Zahl 879,9; folglich ist H — h = 879,9 Toisen.

§. 111. Wenn man in den 3 Beispielen anstatt der Correction wegen der Breite und anstatt des letzten Faktors, der die Verbesserung wegen der vertikalen Abnahme der Schwere enthält, den Faktor des Puissant setzt, so hat man zu den Log. der Faktoren I. 1), 2), 3) des vorigen §. den log. 1,00321 = 0,0013918 zu addiren, der Summe 3,3562992 entspricht die Zahl 2271,5; daher ist für den Montblanc H — h = 2271,5 Toisen über der unteren Station und 2284,5 Toisen über dem Genfersee. Eben so erhält man für II. die Summe 3,1271699, zu welcher die Zahl 1340,2 gehört. Es ist daher die Höhe des Pic du Midi H — h = 1340,2 Toisen. Für das Beispiel III. ist die fragliche Summe 2,9445569 und die zu diesem Log. gehörige Zahl 880,15; folglich die Höhe des Monte Gregorio über Turin H — h = 880,15 Toisen.

§. 112. Biot *) stellt folgende Formel für die barometrische Höhenmessung auf:

$$H - h = 18393 \text{ Meter oder } 9436{,}8 \text{ Toisen}$$
$$\left(1 \pm 0{,}005\left(\frac{T+t}{2}\right)\right)\left(1 \mp 0{,}002837 \cos. 2\,\varphi\right)$$
$$\left(\log. B - \log. b\right)$$

I. Diese Formel auf den Montblanc angewendet giebt die Log. der Faktoren:

1) log. 9436,8 = 3,9748248 (§. 108 I.)

2) log. (1 + 0,005 × 10,15) = 0,0214994 (§. 108 I.)

*) Traité de Physique experimentale et math. Paris 1816.

3) log. $(1 - 0{,}002837 \cos. 2\varphi) = 0{,}9999609 - 1$ (§. 110 I.)
4) log. (log. B — log. b) = log. (log. 27,143 — log. 16,018)
$= 0{,}3599292 - 1$ (§. 95)

deren Summe = 3,3562143

Diesem Log. entspricht die Zahl 2270,9; daher ist H — h = 2270,9 Toisen über der unteren Station und 2283,9 Toisen über dem See von Genf.

II. Für den Pic du Midi erhält man die Log. der Faktoren:

1) log. 9436,8 = 3,9748248
2) log. $(1 + 0{,}005 \times 9{,}25) = 0{,}0196355$ (§. 96)
3) log. $(1 + 0{,}002837 \cos. 2\varphi) = 0{,}0000857$ (§. 110 II.)
4) log. (log. B — log. b) = log. (log. 27,079 — log. 19,811)
$= 0{,}1327262 - 1$ (§. 96)

deren Summe = 3,1272722. Die diesem Log. entsprechende Zahl ist 1340,5; folglich H — h = 1340,5 Toisen.

III. Da bei dem Monte Gregorio die Correction wegen der Breite wegbleibt, und die übrigen Faktoren, wie in der Formel des Ramond (§. 108 III.) sind, so ist, wie daselbst H — h = 880 Toisen.

Die Correction wegen der vertikalen Abnahme der Schwere ist in dem Coeffizienten schon enthalten, mithin kann der Faktor nach Puissant nicht angewendet werden.

Im Traité elementaire d'àstronomie physique. Paris 1805 führt Biot zwar die obige Formel, aber mit Hinweglassung des die Schwere in latitudineller Beziehung angehenden Faktors an

§. 113. D'Aubuisson*) berechnete hypsometrische Tafeln nach der Formel:

$$H - h = 18365 \text{ Meter oder } 9422{,}5 \text{ Toisen}$$
$$\left(1 \pm 0{,}005\left(\frac{T + t}{2}\right)\right)\left(1 \mp 0{,}002845 \cos. 2\varphi\right)$$
$$\left(\log. B - \log. b\right)\left(1 + \frac{2a + A}{r}\right)$$

in welcher a die Höhe der unteren Station über der Meeresfläche, die D'Aubuisson zuerst in die Correction wegen Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung aufnahm, bedeutet und die anderen Buchstaben die schon bekannten Größen vorstellen.

*) Journrl de Physique Febr. 1811 und Gilb. Annal. der Physik B. 38 und 39.

Bei der Anwendung dieser Formel auf die schon wiederhohlt vorgekommenen Beispiele sind die Log. der 4 ersten Faktoren:

I. Für den Montblanc:

1) log. 9422,5 = 3,9741661

2) log. (1 + 0,005 × 10,15) = 0,0214994 (§. 95)

3) log. (1 — 0,002845 cos. 91° 40′) = 0,9999609 — 1 (§. 106 I.)

4) log. (log. B — log. b) = 0,3599292 — 1 (§. 95)

Summe dieser Logarithmen = 3,3555556

Die Zahl hiezu ist 2267,5 Toisen, diese wird in dem letzten Faktor = A gesetzt. Auch ist der Erdhalbmesser r = 3266331 Toisen, und a die Höhe von Sennebiers Zimmer über der Meeresfläche = 204 Toisen *). Mithin

$$\left(1 + \frac{2\,a + A}{r}\right) = \frac{1 + 408 + 2267{,}5}{3266331} = \frac{3269006{,}5}{3266331}$$

log. 3269006,5 = 6,5144149
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,0003588; folglich

$$5)\ \log.\left(1 + \frac{2\,a + A}{r}\right) = 0{,}0003588.$$

Die obige Summe 3,3555556 dazu addirt, giebt die verbesserte Summe 3,3559144, zu welcher die Zahl 2269,4 gehört. Es ist daher H — h = 2269,4 Toisen über der unteren Station und 2282,4 über dem See von Genf.

II. Für den Pic du Midi sind die Log. der Faktoren:

1) log. 9422,5 = 3,9741661 (I)

2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = 0,0196355 (§. 96)

3) log. (1 + 0,002845 cos. 86°) = 0,0000859 (§. 106 II.)

4) log. (log. B — log. b) = 0,1326638 — 1 (§. 96)

deren Unterschied = 3,1265513

Die Zahl zu diesem Log. = 1338,2 Toisen ist in dem letzten Faktor = A. Die Höhe von Tarbes über der Meeresfläche oder a = 163 *), mithin

$$\left(1 + \frac{2\,a + A}{r}\right) = \frac{1 + 326 + 1338{,}2}{3266331} = \frac{3267995{,}2}{3266331}$$

log. 3267995,2 = 6,5142688
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,0002127; daher ist

*) Gehlers neues phys. Wörterb. Artikel »Höhenpunkte.«

5) log. $\left(1 + \frac{2a + A}{r}\right) = 0{,}0002127$

Wird die vorige Summe 3,1266259 hinzu addirt,
so ist die neue Summe 3,1267640
Die Zahl zu diesem Log. ist 1338,9; folglich

$$H - h = 1338{,}9 \text{ Toisen.}$$

III. Für den Monte Gregorio sind die Log. der Faktoren (außer den die Breite angehenden, der = 1 ist):

1) log. 9422,5 = 3,9741661 (I)

2) log. (1 + 0,005 × 11,95) = 0,0252036 (§. 97)

3) log. (log. B — log. b) = 0,9444827 — 2 (§. 97)

deren Summe = 2,9438524

Zu diesem Log. gehört die Zahl 878,7, mithin ist H — h = 878,7 Toisen. Diese vorläufige Höhe wird in dem letzten Faktor für A gesetzt, a = der Höhe von Turin über der Meeresfläche ist 101 Toisen*), daher

$$\left(1 + \frac{2a + A}{r}\right) = 1 + \frac{202 + 878{,}7}{3266331} = \frac{3267411{,}7}{3266331}$$

log. 3267411,7 = 6,5142023
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,0001462; folglich

4) log. $\left(1 + \frac{2a + A}{r}\right) = 0{,}0001462$

Wird dazu die obige Summe 2,9443398
addirt, so erhält man 2,9439986
Zu diesem Log. gehört die Zahl 879, folglich ist H — h = 879 Toisen.

§. 114. Die Abkürzung der Rechnung nach **Puissant** kann bei dem Gebrauche der Formel des **D'Aubuisson** nicht Statt finden, weil die Correction des Coeffizienten wegen der vertikalen Abnahme der Schwere bereits durch die Erhöhung des ursprünglichen Coeffizienten 9397,96 Toisen, auf 9422,5 Toisen geschehen ist. Es ließe sich aber nach der Angabe dieses Gelehrten der letzte Faktor $\left(1 + \frac{2a + A}{r}\right)$ ersparen, wenn der Coeffizient von 9422,5 Toisen auf 9427,7 Toisen erhöht würde. Wird diese abgekürzte Rech=

*) Gehler physik. Wörterbuch »Höhenpunkte.«

nung auf die drei Beispiele angewendet, so erhält man I. für den Montblanc die Log. der Faktoren

$$\left.\begin{array}{l} \log.\ 9427{,}7 = 3{,}9744058 \\ \log.\left(1 \pm 0{,}005\left(\frac{T+t}{2}\right)\right) = 0{,}0214994 \\ \log.\left(1 \mp 0{,}002845\ \cos.\ 2\,\varphi\right) = 0{,}9999609 - 1 \\ \log.\left(\log.\ B = \log.\ b\right) = 0{,}3599292 - 1 \end{array}\right\}\ \text{§. 113.}$$

$$\text{deren Summe} = 3{,}3557953$$

Zu diesem Log. gehört die Zahl 2268,7; folglich wäre die Höhe des Montblanc über der unteren Station 2268,7 Toisen, und über dem Genfersee 2281,7 Toisen, ein Resultat, das von der längeren Rechnung nicht viel verschieden ist.

Für die Höhe des Pic du Midi ist die Summe der Log. der Faktoren

$$\begin{array}{l} 3{,}9744058 \\ \left.\begin{array}{l} 0{,}0196355 \\ 0{,}0000859 \\ 0{,}1326638 - 1 \end{array}\right\}\ (\text{§. } 113) \\ \hline = 3{,}1267910 \end{array}$$

Diesem Log. entspricht die Zahl 1339; folglich ist H — h = 1339 Toisen, beinahe so, wie nach der längeren Rechnung.

Für den Monte Gregorio sind die Log. der Faktoren

$$\begin{array}{l} 3{,}9744058 \\ \left.\begin{array}{l} 0{,}0252036 \\ 0{,}9444827 - 2 \end{array}\right\}\ (\text{§. } 113) \\ \hline \text{deren Summe} = 2{,}9440921 \end{array}$$

Dazu gehört die Zahl 879,2 Toisen = H — h, welche ebenfalls der in der längeren Rechnung gefundenen beinahe gleich ist.

§. 115. Herr Professor **Baumgartner** entwickelt in seinem Lehrbuche der Naturlehre die Formel:

$$H - h = 56470\ \text{P. F.}\left(1 \pm 0{,}00469\left(\frac{T+t}{2}\right)\right)$$

$$\left(1 + \frac{E+e}{B+b-(E+e)}\right)\left(1 \mp 0{,}002837\ \cos.\ 2\,\varphi\right)$$

$$\left(\log.\left(B - \frac{E}{6}\right) - \log.\left(b - \frac{e}{6}\right)\right)$$

oder wenn die Correction wegen der hygrometrischen Beschaffenheit der Luft nach Laplace, wie bisher geschieht:

$$H - h = 56470 \text{ P. F.} \left(1 \pm 0{,}005 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)$$
$$\left(1 \mp 0{,}002837 \cos. 2\varphi\right) \left(\log. B - \log. b\right)$$

Bei der Anwendung dieser Formel auf die obigen Beispiele erhält man die Log. der Faktoren:

I. Für den Montblanc

1) log. 56470 = 4,7518178
2) log. (1 + 0,005 × 10,15) = 0,0214994
3) log. (1 — 0,002837 cos. 2 φ) = 0,9999609 — 1
4) log. (log. B — log. b) = 0,3599292 — 1 (§. 112 I.)

Summe = 4,1332073

Zu diesem Log. gehört die Zahl 13589; folglich ist H — h = 13589 P. F. oder 2264,8 Toisen über dem Zimmer des Sennebier und 2277,8 Toisen über dem See von Genf.

II. Für den Pic du Midi über Tarbes

1) log. 56470 = 4,7518178
2) log. (1 + 0,005 × 9,25) = 0,0196355
3) log. (1 + 0,002837 cos. 2 φ) = 0,0000857
4) log. (log. B — log. b) = 0,1327262 = 1 (§. 112 II.)

Summe = 3,9042652

Zu diesem Log. gehört die Zahl 8021,6 und es ist H — h = 8021,6 P. F. oder 1336,8 Toisen.

III. Für den Monte Gregorio über Turin

1) log. 56470 = 4,7518178
2) log. (1 + 0,005 × 11,95) = 0,0252036
3) log. (log. B — log. b) = 0,9444827 — 2 (§. 97)

Summe = 3,7215041

Die Zahl zu diesem Log. ist 5266,2; daher H — h = 5266,2 P. F. oder 877,7 Toisen.

Die Abkürzung der Rechnung nach Puissant findet in dieser Formel keine Anwendung, weil die Correction wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung bereits in dem Coeffizienten enthalten ist.

H. Höhe über der Meeresfläche.

§. 116. Bei der Berechnung der drei Beispiele wurden immer die relativen Höhen, d. i. die Höhen der Berge über eine untere Station, welche nicht die Meeresfläche ist, gefunden. Nach §. 3 sollen aber die Höhen auf eine allen Stationen gemeinschaftliche Ebene, nämlich auf die Meeresfläche bezogen werden, weil nur dadurch eine Vergleichung der Höhenpunkte der Erde möglich wird. Zu diesem Behufe muß man zu den schon berechneten Höhen, die bezügliche Höhe des Genfersees oder der Stadt Tarbes oder der Stadt Turin über der Meeresfläche addiren, um die absoluten Höhen der genannten Berge zu erhalten. Die Höhen der letzteren Stationen lassen sich gleichfalls auf die bisherige Weise bestimmen, wenn man die Ebene des Genfersees, oder der Städte Tarbes und Turin als die obere und die Meeresfläche als die untere Station ansieht und daselbst gleichzeitig die Barometer- und Thermometerstände beobachtet. Nur sollen die beiden Stationen nie über eine deutsche Meile in horizontaler Richtung von einander entfernt auch durch keinen Berg getrennt seyen, weil der Zustand der Atmosphäre in größeren Entfernungen zu verschieden seyn kann, (§. 69) als daß der Unterschied der Barometerstände der Höhendifferenz allein zugeschrieben werden müßte. Bei größeren Entfernungen läßt sich ein zuverläßiges Resultat nicht erwarten, außer wenn man die mittleren Barometer- und Thermometerstände (§. 41) für beide Stationen in die Rechnung bringt, weil nur in diesem Falle die Anomalien sich ausgleichen.

§. 117. Der mittlere Barometerstand an der Meeresfläche ist noch keineswegs mit jener Gewißheit bestimmt, welche zu wünschen wäre. Hievon lieferte schon die Tabelle §. 41 einen Beweis, in welcher die Barometerstände am Meere für die nebenstehenden Temperaturen angeführt wurden. Dazu kommen noch die Beobachtungen verschiedener Naturforscher in verschiedenen Meeren. So ist nach v. Humboldt der mittlere auf 0 reduzirte Barometerstand im P. M. unter dem Aequator und im atlantischen Ocean 28 Z. 1,8 L.; zu Marseille nach Silvabelle 28 Z. 1,38 L.; zu Rochelle nach Bellevue 28 Z. 2,07 L.; an der Küste von England und Italien nach Shuckburgh 28 Z. 2,23 L.; zu Kopenhagen nach Bugge 28 Z. 1,44 L.; an der Nordsee nach van Swinden 28 Z. 0,756 L. u. s. w. *) v.

*) Gehlers physik. Wörterbuch »Barometer.« und Gilb. Ann. der Physik B. 43.

Lindenau fand aus vielen Beobachtungen, daß der mittlere auf 0 R. reduzirte Barometerstand an der Meeresfläche in den gemäßigten Klimaten 28 Z. 1,42 L. P. M. sey, und in dieser Größe bei Berechnung der Höhen über der Meeresfläche nach mittleren Barometerständen gesetzt werden könne.*) Daß die Angaben über den mittleren Barometerstand an der Meeresfläche von einander so bedeutend abweichen, liegt vielleicht in örtlichen Luftströmungen, wie v. Buch auf den canarischen Inseln beobachtete; vielleicht sind, wie v. Humboldt andeutet, manche Anomalien eine Folge mangelhafter Barometer, welche entweder nicht gehörig ausgekocht, oder mit einer unrichtigen Scale versehen waren; vielleicht liegt auch mitunter die Ursache in der verschiedenen Beobachtungszeit und in der Correction wegen der Wärme. Nebstbei ist es aber Thatsache, daß der mittlere Barometerstand am Spiegel verschiedener Meere an sich verschieden ist. Es dürfte daher angemessen seyn, bei barometrischen Höhenmessungen anzugeben, in Bezug auf welche Meeresfläche man die Höhe berechnet hat.

Der mittlere Thermometerstand an der Meeresfläche läßt sich nicht allgemein bestimmen, weil die Luftwärme an der Meeresfläche nach der geographischen Breite des Ortes gar sehr verschieden ist. Bei Berechnungen der Höhen über der Meeresfläche wird daher die Kenntniß des gleichzeitigen Barometer- und Thermometerstandes für denselben Ort an der Meeresfläche erfordert.

§. 118. Da es dem Beobachter an einer Station meistens unmöglich ist, den gleichzeitigen Barometer- und Thermometerstand an der Meeresfläche zu erfahren, so sucht v. Lindenau aus dem Stande des Barometers, des fixen Thermometers, und des freien Thermometers an der oberen Station die Höhe dieser über der Meeresfläche abzuleiten, indem er den auf 0 reduzirten Barometerstand an der Meeresfläche 28 Z. 1,42 L. P. M. annimmt, den gleichzeitigen Thermometerstand am Meere mittelst eines Gesetzes, nach welchem die Luftwärme an der oberen Station und an der Meeresfläche von einander abhängen sollen, bestimmt, und diese zugleich für die Wärme des Quecksilbers im Barometer an der Meeresfläche gelten läßt. v. Lindenau hat aus einer großen Anzahl gleichzeitiger Beobachtungen des Thermometers am Meere und auf einem Berge von bekannter Höhe ein Gesetz gefunden, nach welchem er den gleichzeitigen Thermometerstand am Meere für jeden Barometer- und Thermometerstand auf einem anderen Orte bestimmen zu kön-

*) Gilb. Ann. d. Physik. B. 2 u. 32.

nen glaubt *). Heißt für diesen Ort der Thermometerstand im Freien t° R., der auf 0 reduzirte Barometerstand b, und ist der auf 0 reduzirte Barometerstand an der Meeresfläche 28 Z. 1,42 L. = 28,118 Z. P. M., so soll die gleichzeitige Temperatur an der Meeresfläche $T = t + 100 \times \frac{28,118}{b}$ in Graden nach R. seyn. Z. B. auf dem Pic du Midi beobachtete Ramond den auf 0 reduzirten Barometerstand b = 19,811 P. Z. und den Thermometerstand im Freien t = 3,2° R. (§. 96). Werden für t und b die genannten Werthe in die Formel für T gesetzt, so erhält man

$$T = 3,2 + 100 \times \frac{28,118}{19,811}$$

$$= 3,2 + \frac{2811,8}{19,811} = 3,2 + 14,19 = 17,39^{\circ}\ R.$$

Diese Temperatur soll dem gleichzeitigen fixen und freien Thermometerstande an der Meeresfläche entsprechen, und dann der Barometerstand an der Meeresfläche 28 Z. 1,42 L. = 28,118 Z. von dieser Temperatur erst auf 0 R. reduzirt werden.

Herr v. Lindenau berechnete eine Tafel, welche den Thermometerstand am Meere für jeden Barometer- und Thermometerstand an einem anderen Orte angiebt. Man findet sie in seinem (§. 105) angeführtem Werke. Die Beobachtungen, auf welchen diese Tafel beruhet, hat Saussure in »Voyages dans les Alpes« bekannt gemacht.

§. 119. Wenn auf diese Weise die Temperatur und der Barometerstand an der Meeresfläche bestimmt werden können, so ist es möglich, die Höhe eines Ortes oder Berges über der Meeresfläche aus einer einzigen Barometer- und Thermometerbeobachtung an diesem Orte mittelst der Höhenmessungsformel abzuleiten, indem man für B und T den Barometer- und Thermometerstand an der Meeresfläche, für b und t den Barometer- und Thermometerstand an dem Orte des Beobachters setzet. Z. B. es sey die Höhe des Pic du Midi über der Meeresfläche zu bestimmen und zwar der Kürze wegen nach der einfachen Formel des Ramond (§. 108). Für diesen Fall ist b = 19,811 Z. und t = 3,2° R. (§. 96). Gleichzeitig ist die Luftwärme und der fixe Thermometerstand an der Meeresfläche oder T = 17,39° R. und der Barometerstand an der Meeresfläche = 28,118 Z. (§. 118). Da dieser Barometerstand an der Meeresfläche sonst bei der Temperatur 0 R.°, nun aber bei den Wärmegrade 17,39° R., weil der fixe und der freie Thermometerstand gleich angenommen werden, Statt findet; so muß man

*) Gilb. Ann. d. Ph. B. 32.

ihn von der Temperatur 17,39° R.° auf 0 R. reduziren. Nach §. 33 beträgt die Correction 0,11 Z., mithin ist der auf 0 reduzirte gleichzeitige Barometerstand an der Meeresfläche 28,118 Z. — 0,11 Z. = 28,008 Z. oder = B.

Werden die genannten Größen in die Formel

$$H - h = 9436,8 \left(1 + 0,005 \left(\frac{T + t}{2}\right)\right)$$

$$\left(1 + 0,002845 \text{ cos. } 2\varphi\right) \left(\text{log. } B - \text{log. } b\right),$$

gesetzt, so ist

$$H - h = 9436,8 \left(1 + 0,005 \left(\frac{3,2 + 17,39}{2}\right)\right)$$

$$\left(1 + 0,002845 \text{ cos. } 86^\circ\right) \left(\text{log. } 28,008 - \text{log. } 19,811\right)$$

1) log. 9436,8 = 3,9748248 (§. 108)

2) $\text{log.} \left(1 + 0,005 \left(\frac{3,2 + 17,39}{2}\right)\right) = \text{log. } 1,051475 =$ 0,0217989

3) log. (1 + 0,002845 cos. 86°) = 0,0000859 (§. 108 II.)

log. 28,008 = 1,4472821
log. 19,811 = 1,2969064 (§. 108 II.)

deren Unterschied = 0,1503757

4) log. 0,1503757 = 0,1771777 — 1

Werden die vier gefundenen Log. addirt

3,9748248
0,0217989
0,0000859
0,1771777 — 1

so ist deren Summe 3,1738873

Zu diesem Log. gehört die Zahl 1492,4; mithin wäre die Höhe des Pic du Midi 1492,4 Toisen über der Meeresfläche.

Nach Gehler *) ist die Höhe dieses Berges über der Meeresfläche 1493 Toisen. Wenn diese Höhe die richtige ist, so giebt die Methode des v. Lindenau ein sehr befriedigendes Resultat. Indessen darf man im Allgemeinen so genaue Resultate nicht erwarten, weil die Temperatur am Meere nicht allein von b und t, sondern auch von den Ver-

*) Gehler, neues physikalisches Wörterbuch Artikel »Höhenpunkte.«

änderungen in der Atmosphäre (als Regen, Winde, Wolken u. s. w.), die besonders bei größeren Entfernungen der Beobachtungsstationen beträchtlich sind, abhängt. Nebstbei ist die Annahme des mittleren und konstanten Barometerstandes am Meere zu 28 Z. 1,42 L. P. M. durch die Erfahrung nicht hinlänglich bestätiget; auch sind der fixe und der freie Thermometerstand am Meere nicht allezeit gleich, wie in der Rechnung vorausgesetzt wurde. Indessen verspricht sich v. Lindenau selbst von dieser Messung keine größere Genauigkeit, als bis auf 10 Toisen Unterschied von der wahren Höhe.

I. Barometrische Nivellirung mit einem Barometer.

§. 120. So wie es möglich ist, daß ein Beobachter mittelst der an einer Station angestellten Beobachtungen die Höhe dieser über der Meeresfläche wenigstens annäherungsweise bestimmen kann, so hat Herr Prof. Winkler ein Verfahren angegeben, ganze Strecken und Gegenden mit dem Barometer nivelliren zu können, welches auch für den Fall hinreichend ist, wenn nur ein Beobachter mit einem Barometer eine solche zusammenhängende Nivellirung vornehmen will *). Diese Methode ist allezeit anwendbar, wenn der erste und letzte Höhenpunkt der zu nivellirenden Gegend nicht weiter von einander entfernt liegen, als daß man an demselben Tage von dem ersten zum letzten gelangen kann, und wenn diese beiden äußersten Höhenpnnkte bereits trigonometrisch bestimmt sind.

§. 121. Unter diesen Umständen ist das Verfahren zum Nivelliren der Gegend zwischen diesen zwei Höhenpunkten folgendes:

1. Man beobachte das Barometer und Thermometer nach den schon als bekannt vorausgesetzten Regeln, an einem der beiden trigonometrisch bestimmten Höhenpunkte, den man den Nullpunkt oder ersten Vergleichungspunkt nennen kann, und bemerke die gemachten Beobachtungen mit Angabe der Witterung und der Beobachtungszeit in dem Manuale.

2. Dann begebe man sich auf den nächsten Höhenpunkt, dessen Höhe in Bezug auf den Nullpunkt barometrisch bestimmt werden soll, und beobachte, wie auf dem Nullpunkte, das Barometer und Thermometer.

3. Hierauf begebe man sich auf den nächstfolgenden zu bestimmenden Höhenpunkt und mache dieselben Beobachtungen.

*) Baumgartners Zeitschrift für Physik. B. 1. 1832.

4. Dieses Fortschreiten und Beobachten setze man so lange fort, bis man den zweiten trigonometrisch bestimmten Höhenpunkt, welcher der zweite Vergleichungspunkt genannt werden kann, erreicht hat, an welchem man zuletzt die Beobachtungen des Barometers und Thermometers, wie vorher anstellt.

5. Aus diesen in dem Manuale bemerkten Beobachtungen berechnet man nach einer der schon bekannten Höhenmessungsformeln die Höhe jedes einzelnen Beobachtungspunktes in Bezug auf den Nullpunkt, indem der Nullpunkt als die eine Station, und jeder folgende Beobachtungspunkt als die zweite Station angesehen wird. Es ist klar, daß man die Rechnung so oft vornehmen muß, als außer dem Nullpunkte Beobachtungsstationen gewählt wurden.

6. Nach Vollendung dieser Rechnungen bestimmt man den Unterschied der Höhe des Nullpunktes und des zweiten Vergleichungspunktes und zwar sowohl den Unterschied der trigonometrisch bestimmten als auch den Unterschied der barometrisch gefundenen Höhe. Z. B. es sey die trigonometrisch bestimmte Höhe des Nullpunktes 263,32 Toisen, jene des zweiten Vergleichungspunktes 221,64 Toisen; so beträgt der trigonometrische Höhenunterschied beider Stationen 41,68 Toisen. Nach der Rechnung sey die Höhe des zweiten Vergleichungspunktes 37,26 Toisen tiefer als der Nullpunkt, folglich der barometrische Höhenunterschied 37,26 Toisen.

§. 122. Nachdem die in Frage stehenden Unterschiede bekannt sind, so vergleiche man sie, wobei sich ergeben muß, daß a) beide einander gleich sind oder b) daß der barometrische kleiner als der trigonometrische oder c) daß der barometrische größer als der trigonometrische ist. Wenn der erste Fall Statt findet, so ist die berechnete Höhe des zweiten Vergleichungspunktes in Bezug auf den Nullpunkt richtig und die berechneten Höhen der Zwischenpunkte in Bezug auf den Nullpunkt müssen auch richtig seyn. Dieser seltene Fall könnte nur dann eintreten, wenn während der ganzen Beobachtungszeit der Luftdruck unverändert geblieben wäre.

Im anderen Falle, wenn der barometrische Höhenunterschied kleiner wäre als der trigonometrische wie im obigen Beispiele der Fall ist, so hat sich der Luftdruck während der Beobachtungszeit vermindert und es ist gerade so viel, als ob der zweite Vergleichungspunkt um eben so viel höher gekommen wäre, als die Differenz zwischen den ersten und zweiten Höhenunterschied, im obigen Beispiele 41,68 — 37,26 = 4,42 Toisen, beträgt. Wird diese Differenz zur barometrisch gefundenen Höhe des zweiten Vergleichungspunktes,

hier 37,26 addirt, so erhält man den barometrischen Höhenunterschied 37,26 + 4,42 = 41,68 Toisen, der dem trigonometrischen Unterschiede gleich ist und der sich ergeben hätte, wenn der erste Fall eingetroffen wäre.

Die barometrisch gefundenen Höhen der zwischen den zwei Vergleichungspunkten liegenden Stationen, werden verbessert, indem man die sie betreffende Differenz bestimmt und addirt, wenn die Station tiefer als der Nullpunkt, oder abzieht, wenn die Station höher als der Nullpunkt liegt. Zur Bestimmung dieser Differenz frägt man: Wenn während der ganzen Zeit T, die man brauchte, um von dem Nullpunkte zu dem zweiten Vergleichungspunkte zu gelangen, sich die barometrische Höhendifferenz D ergab, wie groß würde in der Zeit t, die man benöthigte, um von dem Nullpunkte zu der ersten Zwischenstation zu gelangen, die barometrische Höhendifferenz ausgefallen seyn?

oder $T : t = D : x$ und $x = \frac{D \times t}{T}$

In dem obigen Beispiele ist D = 4,42 Toisen, T oder die Zeit, die man von dem Nullpunkte bis zur zweiten Vergleichungsstation brauchte, sey = 8 Stunden. Die barometrisch gefundene Höhe einer Zwischenstation sey 173,74 Toisen unter dem Nullpunkte. Die auf dem Wege von dem Nullpunkte bis zu dieser Station verflossene Zeit t sey = 3 ½ Stunden, dann ist 8 : 3½ = 4,42 : x und

$$x = \frac{4{,}42 \times 3{,}5}{8} = \frac{15{,}470}{8} = 1{,}93$$

Da die Mittelstation tiefer liegt, als der Nullpunkt, so ist der Werth für x zur bereits gefundenen Höhe der ersten Zwischenstation, nämlich zu 173,74 zu addiren, und demnach die verbesserte Höhe dieser Station 173,74 + 1,93 = 175,67 Toisen unter dem Nullpunkte.

Wenn man eine zweite, und höher als der Nullpunkt gelegene Station gewählt hätte, deren barometrisch gefundene Höhe 356,1 Toisen, also 92,78 Toisen höher als der Nullpunkt wäre, und man auf dem Wege vom Nullpunkte bis zu dieser Station die Zeit 5 ½ Stunden gebraucht hätte, so wäre 8 : 5 ½ = 4,42 : x und

$$x = \frac{4{,}42 \times 5{,}5}{8} = 3{,}04$$

Weil diese Mittelstation über dem Nullpunkte liegt, so ist der Werth für x von der barometrisch gefundenen Höhe abzuziehen und demnach die verbesserte Höhe 356,1 — 3,04

= 353,06 Toisen über dem Nullpunkte. Auf dieselbe Weise könnte man die barometrisch gefundenen Höhen anderer Mittelstationen verbessern, wenn man für t die auf dem Wege vom Nullpunkte bis dahin verflossene Zeit setzt und den Werth für x zur barometrisch gefundenen Höhe addirt, so oft die fragliche Station tiefer als der Nullpunkt, und abzieht, so oft dieselbe höher als der Nullpunkt liegt.

Im dritten Falle, wenn der barometrisch gefundene Höhenunterschied des Nullpunktes und des zweiten Vergleichungspunktes größer als der trigonometrisch bestimmte wäre, ist das Verfahren zur Verbesserung der Höhen der Mittelstationen wie im zweiten Falle; nur wird hier abgezogen, wo vorher addirt, und addirt, wo vorher abgezogen wurde.

Prof. Winkler hat die nach dieser Methode gefundenen Höhen der Gebirge um Wien mit den Resultaten der trigonometrischen Messung derselben Stationen verglichen und zwischen beiden Angaben so unbedeutende Unterschiede gefunden, daß die barometrischen Nivellirungen nicht allein wegen des Zeitgewinnes und der leichten Ausführbarkeit im Großen, sondern auch wegen der Richtigkeit empfohlen zu werden verdienen.

Da jedoch bei diesem Verfahren ein gleichförmiges Steigen und Fallen des Quecksilbers im Barometer vorausgesetzt wird, so sind stürmische Tage oder Tage nach lange anhaltender ruhiger Witterung zu vermeiden, weil unter diesen Umständen gewöhnlich große Schwankungen in der Luft Statt finden; dafür aber die Beobachtungen einige Tage nach einem Gewitter, nach heftigen Winden, nach Regenwetter vorzunehmen, weil dann kein Schwanken des Luftdruckes zu vermuthen ist.

Prof. Winkler schlägt endlich vor, zwischen den beiden Vergleichungsstationen eine Kontrollstation, deren Höhe über der Meeresfläche gleichfalls trigonometrisch berechnet ist, zu bestimmen, und daselbst alle halben Stunden den Barometer- und Thermometerstand beobachten zu lassen, während ein anderer Beobachter nach dem obigen Verfahren die Beobachtungen anstellt. Wenn man diese Methode wählt, so stimmt das Verfahren bei der Nivellirung mit dem allgemeinen Verfahren bei barometrischen Höhenmessungen, bei welchem zwei Beobachter an verschiedenen Orten beobachten, im Wesentlichen überein; man kann aber auch genauere Resultate selbst dann erwarten, wenn unregelmäßige Schwankungen in der Luft Statt finden würden, weil diese bei geringeren Entfernungen auf die Instrumente beider Beobachter gleichmäßig einwirken, und dadurch sich vollkommen ausgleichen.

§. 123. Es ist oft der Fall, daß man nicht Gelegenheit hat, einen zweiten Beobachter zu finden oder mit zwei Barometern, d. i. dem einen am Fuße des Berges, dem anderen am Gipfel gleichzeitige Beobachtungen zu erhalten, son-

dern man ist nur auf ein Instrument beschränkt. In diesem Falle kann ein dem vorigen ähnliches Verfahren angewendet werden, um die Höhe eines Berges über seinen Fuß zu messen. Man beobachtet nämlich am Fuße des Berges oder überhaupt an der unteren Station den Barometer- und Thermometerstand nach den angeführten Regeln und bemerkt diese in dem Manuale sammt der Zeit der Beobachtung. Eben so beobachtet man auf dem Gipfel des Berges oder an der oberen Station, und nach der Zurückkunft von dieser wieder auf der unteren Station. Findet man nach der Zurückkunft den Barometerstand an der unteren Station geändert, z. B. um 0,24 Zoll tiefer als bei der ersten Beobachtung, und hat man den Weg auf den Berg und zurück z. B. in 7 Stunden zurückgelegt, so kann man bestimmen, um wie viel der Barometerstand an der unteren Station während der Zeit des Weges auf die obere Station abnahm. Man hat z. B. auf den Gipfel des Berges 4 Stunden gebraucht, so ist $7 : 4 = 0{,}24 : x$ und $x = 0{,}139$. Wäre daher zuerst der Barometerstand an der unteren Station 26,21 Zoll beobachtet worden, so wäre der mit der Beobachtung an der oberen Station gleichzeitige Barometerstand $26{,}21 - 0{,}139 = 26{,}071$ Zoll gewesen.

Wäre das Quecksilber an der unteren Station bis zur Zurückkunft gestiegen, so hätte man den Werth für x zu addiren, damit der Barometerstand an der unteren Station auf die Zeit der Beobachtung an der oberen Station reduzirt würde. Sind beide gleichzeitige Barometerstände bekannt, so geschieht die Berechnung nach einer der Höhenformeln, wie oben.

Dieses Verfahren, mit einem einzigen Barometer zu beobachten, setzt wie das vorige voraus, daß während des zurückgelegten Weges das Quecksilber im Barometer gleichförmig falle oder steige, eine Voraussetzung, die jedoch selten vorkommt, indem in der Regel der Barometerstand Vormittag zunimmt, dann abnimmt, und gegen Abend wieder zunimmt, ohne jedoch die vormittägige Höhe zu erreichen (§. 42). Deßhalb darf man auf diese Weise keine genauen Resultate erwarten. Indessen haben derlei Beobachtungen, wenn sie nur ordentlich angestellt und verzeichnet sind, jederzeit einen Werth, weil wiederhohlte Beobachtungen und Messungen, obgleich einzeln mangelhaft, sich wechselseitig verbessern und zusammen ein der Wahrheit näheres Resultat zu geben im Stande sind.

K. Zuverläßigkeit der barometrischen Höhenmessung.

§. 124. Die Frage, ob die barometrischen Höhenmessungen zuverläßig sind, kann nur allein auf dem Wege der Erfahrung beantwortet werden, indem man die Resultate der barometrischen Messung mit den Resultaten einer anderen für sicher gehaltenen Messungsmethode vergleicht. Für diese wird gewöhnlich die Nivellirung und die trigonometrische Messung angenommen. Die drei oft angeführten Berge wurden trigonometrisch gemessen, eine Vergleichung dieser barometrisch und trigonometrisch bestimmten Höhen kann daher zur Beantwortung der Frage führen. Diese Vergleichung enthalten nachstehende Tabellen, in welchen die Resultate der barometrischen Messung nach allen oben berechneten Formeln und die Unterschiede derselben von der trigonometrischen Messung zusammen gestellt sind.

I. Höhe des Montblanc über dem See von Genf, welche nach der genauen trigonometrischen Messung des Tralles 2276,5 Toisen beträgt.

Berechnete Höhe		Unterschied von der trigonometrischen Messung	
nach der Formel	in Toisen	in Toisen	in Theilen der trigon. gemessenen Höhe.
1. des Halley . . .	2251,8	— 24,7	
2. „ Bouguer . .	2227,2	— 49,3	
3. „ Tob. Mayer .	2303,5	+ 27,0	
4. „ Deluc . . .	2233,2	— 43,3	
5. „ Villefosse . .	2214,8	— 61,7	
6. „ Trembley . .	2287,3	+ 10,8	1/220
7. „ Schmidt . .	2266,0	— 10,5	1/226
8. „ v. Lindenau .	2277,0	+ 0,5	1/4553
9. „ Laplace . .	2284,4	+ 7,9	1/288
10. „ Biot und Ramond . . .	2283,9	+ 7,4	1/307
11. „ Ramond modifiz. Formel des Laplace . .	2287,3	+ 10,8	1/220
12. „ Oltmann . .	2284,5	+ 8,0	1/284
13. „ D'Aubuisson .	2282,3	+ 5,9	1/385
14. „ Baumgartner .	2277,8	+ 1,3	1/1751
15. „ §. 92 oben .	2282,0	+ 5,5	1/414

Das Zeichen + bedeutet den Unterschied über der trigonometrischen Messung, das Zeichen — unter derselben.

II. Höhe des Pic du Midi de Bigorre über Tarbes, welche nach der trigonometrischen Messung des Ramond 1340,6 Toisen beträgt.

Berechnete Höhe		Unterschied von der trigonometrischen Messung	
nach der Formel	in Toisen	in Toisen	in Theilen der trigon. gemessenen Höhe.
1. des Halley . .	1323,6	− 17,0	
2. „ Bouguer . .	1312,0	− 18,6	
3. „ Tob. Mayer .	1357,0	+ 16,4	
4. „ Deluc . . .	1309,9	− 30,7	
5. „ Villefosse . .	1301,0	− 39,6	
6. „ Trembley .	1341,3	+ 1,3	1/1031
7. „ Schmidt . .	1329,5	− 11,1	1/120
8. „ v. Lindenau .	1339,6	− 1,0	1/1340
9. „ Laplace . .	1340,2	− 0,4	1/3351
10. „ Ramond . .	1340,3	− 0,3	1/4468
11. „ Ramond modifiz. Formel des Laplace . .	1342,1	+ 1,5	1/893
12. „ Oltmann . .	1340,2	− 0,4	1/3351
13. „ Biot . . .	1340,5	− 0,1	1/13406
14. „ D'Aubuisson .	1338,9	− 1,7	1/788
15. „ Baumgartner	1336,8	− 3,8	1/352
16. „ §. 92 oben .	1338,75	− 1,9	1/705

III. Höhe des Monte Gregorio über Turin, welche nach der trigonometrischen Messung des D'Aubuisson 876,5 Toisen beträgt.

Berechnete Höhe		Unterschied von der trigonometrischen Messung	
nach der Tafel	in Toisen	in Toisen	in Theilen der trigon. gemessenen Höhe.
1. des Halley . .	858,2	— 18,3	
2. „ Bouguer . .	850,6	— 25,9	
3. „ Tob. Mayer .	880,0	+ 3,5	$1/_{250}$
4. „ Deluc . . .	860,35	— 16,15	
5. „ Villefosse . .	856,5	— 20,0	
6. „ Trembley .	882,0	+ 5,5	$1/_{159}$
7. „ Schmidt. .	870,79	— 5,7	$1/_{155}$
8. „ v. Lindenau .	878,17	+ 1,67	$1/_{547}$
9. „ Laplace . .	879,89	+ 3,39	$1/_{258}$
10. „ Biot und Ramond . . .	880,0	+ 3,5	$1/_{250}$
11. „ Ramond Laplacesche Formel	881,3	+ 4,8	$1/_{182}$
12. „ Oltmann .	879,9	+ 3,4	$1/_{257}$
13. „ D'Aubuisson .	879,0	+ 2,5	$1/_{350}$
14. „ Baumgartner	877,7	+ 1,2	$1/_{730}$
15. „ §. 92 oben .	878,95	+ 2,45	$1/_{365}$

§. 125. Aus diesen Tafeln ersieht man, daß es, wenn auch nicht alle Formeln gleich zuverläßige Resultate geben, der barometrischen Höhenmessung an Verläßlichkeit nicht fehlt. Von den Formeln 1 bis 5, deren Coeffizienten und Correctionen auf mangelhaften Prämissen beruhen, kann zwar bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft keine Anwendung mehr gemacht werden, dafür sind aber die übrigen Formeln befriedigender und einige in einem solchen Grade, daß kaum genauere Resultate zu erwarten seyn dürften.

Werden alle Formeln, deren Unsicherheit mehr als $\frac{1}{350}$ der trigonometrisch gemessenen Höhe beträgt, ausgeschlossen, so bleiben für die Berechnung hoher Berge, z. B. des Montblanc, die Formeln des v. Lindenau, des Baumgartner, des §. 92 und des D'Aubuisson; bei Berechnung mittlerer Höhen, wie z. B. des Pic du Midi, die Formeln des Ramond, Biot, Laplace, v. Lindenau, des §. 92, des D'Aubuisson, Baumgartner, und bei Berechnung geringerer Höhen, wie z. B. des Monte Gregorio, die Formeln des v. Lindenau, Baumgartner, des §. 92 und des D'Aubuisson übrig, welche Resultate liefern, mit denen man zufrieden seyn kann. Es wäre zu viel gefordert, wenn man ganz gleiche Resultate mit der trigonometrischen Messung oder der Nivellirung erwarten wollte, indem auch zwei Nivellirungen oder trigonometrische Messungen desselben Berges schwerlich das nämliche Resultat geben würden. So z. B. geben Schuckburghs trigonometrische Messungen andere Resultate, als die Nivellirungen des Deluc; die Höhe des Montblanc über dem Genfersee ist nach der trigonometrischen Messung des Pictet 2238 Toisen, nach jener des Schuckburgh 2257 Toisen, und endlich nach jener des Tralles 2276,5 Toisen. Die Pictetsche Messung weicht also 38,5 Toisen von der Messung des Tralles ab, ein Unterschied, der bei den verbesserten Höhenmessungsformeln nicht mehr vorkommt. Die kleineren Abweichungen können ihren Grund in unvermeidlichen Beobachtungsfehlern haben. So z. B. macht ein Irrthum von 0,04 bis 0,09 Linien im Barometerstande an einer Station die gefundene Höhe um 4 bis 9 Fuß höher; ein Irrthum von 1° in dem fixen Thermometerstande bewirkt eine Differenz der Quecksilberhöhe von etwa 0,067 Linien, und ändert die Höhe um etwa 5 Fuß; ein Irrthum von 1° in der Luftwärme, der leicht begangen werden kann, wenn ein Wind, oder das Vortreten einer Wolke vor die Sonne u. s. w. ein Schwanken des Thermometers verursachet, macht die gefundene Höhe

wenigstens um 2 bis 3 Tausendtheile fehlerhaft. Vielleicht sind in den Versuchen des Biot und Arago bei der Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Quecksilbers, vielleicht bei den Versuchen des Gay-Lussac über die Ausdehnungsgröße der Luft einige Beobachtungsfehler eingeschlichen, die auf den barometrischen Coeffizienten und auf die Correction desselben wegen der Wärme einigen Einfluß haben. Zudem ist es noch nicht gewiß, daß die Wärme der Luft in arithmetischer Reihe nach oben abnehme, und daß die Luftsäule zwischen beiden Stationen eine mittlere Feuchtigkeit habe, wie in den Formeln mit Laplace angenommen wurde. Alle diese Umstände und die Beobachtungszeit, ob diese Morgens, Mittags, oder Abends gewählt wurde, die plötzliche Veränderung der Witterung und der Winde können kleine Abweichungen hervorbringen. Von kleinen Abweichungen sind aber die Nivellirungen und die trigonometrischen Messungen auch nicht ganz frei, unvermeidliche Beobachtungsfehler wirken auf diese Höhenbestimmungen nicht weniger ein, als auf barometrische Messungen. Es läßt sich daher nicht ausfindig machen, welchen Antheil an kleinen Abweichungen die barometrische, und welchen die trigonometrische Messung hat, wohl aber behaupten, daß bei der Kleinheit der Abweichungen die barometrischen Höhenmessungen, wenn sie sorgfältig angestellt werden, nicht minder verläßlich als die trigonometrischen sind, weil die Theorie der barometrischen Höhenmessung auf erwiesenen Naturgesetzen beruht, für welche nur in Bezug auf Quantität noch manches in weiteren Nachforschungen zu entdecken übrig ist.

Da der Höhenformeln viele sind, so würde es bei Bekanntmachung der Höhen zweckdienlich seyn, die Formel, nach welcher gerechnet wurde, allezeit anzugeben, indem sich beträchtlichere Unterschiede der Höhen oft aus dieser Angabe aufklären würden.

L. Uebersicht des Verfahrens bei barometrischen Höhenmessungen.

§. 126. Da von der Beschaffenheit der Instrumente und von der Sorgfalt der Beobachter die Resultate der barometrischen Höhenmessung großentheils abhängen, so stelle ich die Regeln, welche zur Richtschnur bei diesen Messungen dienen, zum schnelleren Ueberblicke kurz zusammen.

1. Zu barometrischen Höhenmessungen gehören in der Regel zwei Barometer mit fixen Thermometern, zwei abge-

sonderte Thermometer, und zwei Hygrometer. Vor der Reise auf die obere Station muß man sich die Ueberzeugung verschaffen, ob die Instrumente übereinstimmen oder nicht, und im letzteren Falle, ob der Unterschied unter veränderten Umständen sich gleichbleibend oder veränderlich sey. Bleibt sich der Unterschied immer gleich, so sind die Instrumente brauchbar, wenn man nur diesen Unterschied von dem höheren Stande des gleichartigen Instrumentes abzieht, oder zu dem tieferen Stande addirt, so oft die Beobachtungen angestellt werden. Ist der Unterschied der Instrumente veränderlich, so sind sie zur Erlangung zuverläßiger Resultate nicht brauchbar.

2. Die während der Uebertragung gesperrten Barometer, (§. 19) das Thermometer und Hygrometer werden an den Beobachtungsstationen in lothrechter Richtung aufgehangen, und zwar in freier Luft im Schatten. Bei starken Winden muß man das Schwanken hemmen, an sonnigen Orten die Instrumente mit einem Schirme vor den Sonnenstrahlen schützen (§§. 39, 40, 60).

3. Nun wird die Sperrung des Barometers (§. 39) aufgehoben, das Niveau des Quecksilbers im Gefäße nach dem Nullpunkte der Scale regulirt und bei trübem Wetter ¼ Stunde, bei Sonnenschein ½ Stunde bis zur Beobachtung abgewartet, damit die Instrumente die Temperatur der Luft anzunehmen Zeit haben.

4. Die Beobachtung beginnt am fixen Thermometer mit möglichster Eile, darnach wird der Nonius am Barometer eingestellt und der Barometerstand abgelesen, endlich das Thermometer im Freien wie auch das Hygrometer mit größter Sorgfalt und Genauigkeit (§. 125) beobachtet, und die Beobachtungen in dem Manuale aufgeschrieben mit der Bemerkung der Zeit der Beobachtung (§§. 39, 40, 68). Bei starken von Winden herrührenden Schwankungen des Quecksilbers im Barometer sehe man, wie hoch es aufwärts und wie tief es abwärts schwankt und nehme aus beiden Bewegungen das Mittel als den gegenwärtigen Barometerstand.

5. Wenn man auf der Station länger verweilet, so wiederhohle man die Beobachtungen zu verschiedenen Tageszeiten und nehme hieraus das arithmetische Mittel, weil dieses allezeit zu einem richtigeren Resultate führt, als eine einzige Beobachtung, indem die während des Tages etwa eingetroffenen Veränderungen in der Atmosphäre in die Rechnung kommen.

6. Man beobachte und bemerke im Manuale die Richtung des Windes und die Beschaffenheit der Witterung, weil

bei stürmischem Wetter, oder bei entgegengesetzter Richtung der Winde die Messung gewiß fehlerhaft ist. Man wähle zu diesen Beobachtungen so viel möglich trübe und windstille Tage, nicht aber sehr heiße, kalte oder stürmische Tage.

7. Kann man nur einmahl beobachten, so ist nach Ramond die Mittagsstunde dazu zu wählen, oder eine kurze Zeit vor- oder nach derselben. Ramond fand die Resultate aus den Mittagsbeobachtungen sehr genau, während sie aus den Morgen- und Abendbeobachtungen stets zu klein ausfielen. Die Ursache dessen ist, weil um die Mittagszeit die Temperatur der Luftsäule zwischen beiden Stationen gleichförmiger erwärmet ist, als Morgens und Abends, und deshalb in letzteren Tageszeiten Strömungen von unten nach oben und umgekehrt Statt finden, welche den Luftdruck, und daher auch den Barometerstand schwankend machen. Nach Ramond reicht selbst das Unterbrechen des Sonnenscheines hin, diese Schwankungen zu bewirken, weil dadurch die Luft bald mehr, bald weniger erwärmt wird; auch sollen die Höhen zu groß ausfallen, wenn die Beobachtungen im Sommer bei brennender Sonnenhitze zwischen 12 und 3 Uhr gemacht werden. D'Aubuisson fand bei seinen auf dem großen St. Bernhardsberge und zu Genf angestellten Beobachtungen, daß der Unterschied zwischen den Morgen- und Mittagsbeobachtungen in den trüben und kalten Monathen November und Dezember klein, hingegen in den heißen Monathen groß sey, vermuthlich, weil die Wärmedifferenz zwischen Morgen und Mittag in der kalten Jahreszeit kleiner als in der warmen ist. Er rathet, die Beobachtungen für Höhenmessungen um 8 Uhr Morgens und um 4 Uhr Nachmittags anzustellen, weil um diese Zeit die Unregelmäßigkeit der Wärme unbedeutend seyn soll.

8. Bei der Wahl der Stationen vermeide man zu große Entfernungen in horizontaler Richtung. In kleineren Entfernungen ist der Zustand der Atmosphäre gleichförmiger als in größeren. Wenn beide Stationen nur einige Meilen von einander entfernt sind, so sind die Aenderungen des Luftdruckes nicht mehr nothwendig gleichzeitig, weil auch die Veränderung der Witterung, der Eintritt der Winde, die Wolken u. s. w. nicht gleichzeitig sind. Bei größeren Entfernungen der Stationen kann nur das Mittel aus vielen Beobachtungen (§. 41) auf zuverläßige Resultate führen, weil in den Mittelständen die vorgekommenen Anomalien sich ausgleichen.

9. Wenn ein Beobachter allein die Messung vornehmen will, so kann er den nächst gelegenen Ort, an welchem täglich zu bestimmten Stunden beobachtet wird, als untere Sta-

tion ansehen und an der oberen Station zu denselben Stunden beobachten, wenn nur diese untere Station keinen zu großen horizontalen Abstand von der oberen Station hat, oder von dieser durch keinen höheren Berg getrennt ist. So hat Wallenberg bei den Messungen der Karpathen die Sternwarte zu Ofen als untere Station angenommen. Bei einer größeren Entfernung einer solchen unteren Station ist das Resultat der Messung nicht mehr verläßlich. In diesem Falle könnte der Beobachter nach §. 118 die Höhe über der Meeresfläche unmittelbar bestimmen, oder am Fuße und am Gipfel des Berges die Beobachtungen anstellen, und die Rechnung für beide Stationen nach §. 118 abgesondert vornehmen, um die Höhe des Gipfels über dem Fuße wenigstens annäherungsweise zu bestimmen.

10. Wenn am Barometer kein fixes Thermometer angebracht wäre, so könnte man nach v. Lindenau den Thermometerstand im Freien um 2 bis 3 Grade vermehrt für den fixen Thermometerstand und in Ermanglung eines freien Thermometers den fixen Thermometerstand um 2 bis 3 Grade vermindert für den Thermometerstand im Freien gelten lassen.

11. In Ermanglung eines Hygrometers kann man die Correction des Coeffizienten wegen des Feuchtigkeitszustandes der Luft nach Laplace mit der Correction wegen der Luftwärme verbinden, wie oben in allen Formeln geschehen ist.

12. Die geographische Breite der höheren Station entnehme man aus einer guten Landkarte, wenn man nicht Gelegenheit hat, dieselbe mittelst eines Theodoliten astronomisch zu bestimmen.

13. Endlich setze man die auf 0 R. reduzirten Barometerstände in einem gleichartigen Maße, als in Zollen und deren Bruchtheilen, oder in Linien und deren Bruchtheilen Par. oder Wien. Maß oder in Millimetern ausgedrückt, mit den übrigen beobachteten Größen in eine der oben als zuläßig erkannten Formeln und berechne darnach den Höhenabstand der beiden Stationen. Man erhält diesen in Toisen, in Pariser Fußen oder in Metern, je nachdem der Coeffizient der Formel in dem einen oder in dem anderen Maße gesetzt worden ist.

M. Rechnung nach mittleren Barometer- und Thermometerständen.

§. 127. Die oft angeführten Beispiele betreffen die Höhenmessung der Berge. Auf gleiche Weise kann man die

Höhe der Ortschaften finden, wie nachstehendes Beispiel zeigen soll.

Höhe der Stadt Innsbruck über der Sternwarte in Wien und über der Meeresfläche.

Zu Innsbruck beobachtete ich in den Monathen Jänner bis Juli, dann Oktober bis Dezember 1832 Morgens um 7 Uhr und Nachmittags um 2 Uhr den mittleren auf 0 R. reduzirten Barometerstand 26 Z. 3,6 L. P. M. oder 315,6 P. L., und den mittleren gleichzeitigen Thermometerstand im Freien + 6,3425° R. Auf der Sternwarte in Wien wurde in denselben Monathen Morgens um 8 Uhr und Nachmittags um 3 Uhr der auf 0 reduzirte mittlere Barometerstand 27 Z. 7,116 L. P. M. oder 331,116 P. L. und der Thermometerstand im Freien + 7,031° R. beobachtet.

Die Breite von Innsbruck ist 47° 15′ 30″

Wenn diese Größen in die Formel des §. 92 gesetzt werden und A einstweilen = 0 gedacht wird, so erhält man:

$$H - h = 56385\ (1 + 0{,}005 \times 6{,}6917)$$

$$(1 - 0{,}002709 \cos. 94^\circ\ 31')\ (\log. 331{,}116 - \log. 315{,}6)$$

1) $\log. 56385 = 4{,}7511636$

2) $\log. (1 + 0{,}005 \times 6{,}6917) = \log. 1{,}0334585 = 0{,}0142931$

$0{,}002709 \cos. 94^\circ 31' = \log. 0{,}002709 + \log. \cos. 94^\circ\ 31'$

$\log. 0{,}002709 = 0{,}4328090 - 3$

$\log. \cos. 94^\circ\ 31' = \log. \cos. 85^\circ\ 29' = 0{,}8962455 - 2$

deren Summe $= 0{,}3290545 - 4$

Zu diesem Log. gehört die Zahl 0,00021333

mithin ist $1 - 0{,}002709 \cos. 94^\circ\ 31' = 1 - 0{,}00021333 = 0{,}99978667$; folglich

3) $\log. (1 - 0{,}002709 \cos. 94^\circ\ 31') = \log. 0{,}99978667 = 0{,}9999044 - 1$

$\log. 331{,}116 = 2{,}5199723$
$\log. 315{,}6 = 2{,}4991370$

deren Unterschied $= 0{,}0208353$ (a); folglich

4) $\log. (\log. 331{,}116 - \log, 315{,}6) = \log. 0{,}0208353 = 0{,}3187998 - 2$

Durch die Addition der 4 gefundenen Logarithmen erhält man:

$$\begin{array}{r} 4,7511636 \\ 0,0142931 \\ 0,9999044 - 1 \\ 0,3187998 - 2 \\ \hline \end{array}$$

deren Summe 3,0841809

Diesem Log. entspricht die Zahl 1216,6; daher ist H — h vorläufig = 1216,6 P. F. oder 202,76 Toisen.

Diese Größe ist in den letzten Faktoren = A und r (§. 95) = 3266331 Toisen; daher

$$1 + \frac{A}{r} = 1 + \frac{202{,}76}{3266331} = \frac{3266533{,}76}{3266331}$$

log. 3266533,76 = 6,5140827
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied 0,0000266

und 5) $\log. \left(1 + \frac{A}{r}\right) = 0{,}0000266$

Im letzten Faktor ist $0{,}868589 \frac{A}{r} =$

log. 0,868589 + log. 202,76 — log. 3266331
log. 0,868589 = 0,9388142 — 1
log. 202,76 = 2,3069823

deren Summe = 2,2457965
log. 3266331 = 6,5140561

deren Unterschied = 0,7317404 — 5

Die Zahl zu diesem Log. ist = 0,000053918

Zu dieser wird $\log. \frac{B}{b}$ nach 3 (a) = 0,0208353

addirt, dann ist deren Summe 0,020889218

und 6) $\log. \left(\log. \frac{B}{b} + 0{,}868589 \frac{A}{r}\right) = \log. 0{,}020889218$

$= 0{,}3199222 - 2$

Werden die Log. 1), 2), 3), 5), 6) addirt

$$\begin{array}{r} 4,7511636 \\ 0,0142931 \\ 0,9999044 - 1 \\ 0,0000266 \\ 0,3199222 - 2 \\ \hline \end{array}$$

so ist deren Summe = 3,0853099.

Hiezu gehört die Zahl 1217,5; folglich ist H — h d. i. die

Höhe von Innsbruck über der Sternwarte in Wien = 1217,5 P. F. oder 202,9 Toisen.

Das Beobachtungszimmer an der Sternwarte in Wien liegt aber 98,28 W. Kl. oder 95,639 Toisen über der Meeresfläche, folglich ist die Höhe von Innsbruck über der Meeresfläche 202,9 + 95,639 = 298,539 Toisen oder 306,76 W. Kl.

Nach der trigonometrischen Messung der k. k. Katastral-Landesvermessung beträgt diese Höhe von Innsbruck am Pflaster vor der Universitätskirche 302,6 W. Kl.

Es wäre demnach zwischen beiden Messungen ein Unterschied von 4,16 W. Kl. Allein dieser Unterschied vermindert sich bis auf eine geringe Größe, wenn man berücksichtiget, daß das Gefäß des Barometers, mit welchem dahier beobachtet wird, 3,8 W. Kl. höher, als das Pflaster vor der Universitätskirche, steht *). Es bleibt folglich zwischen der trigonometrischen und barometrischen Messung nur mehr der kleine Unterschied 0,2 W. Kl. oder $\frac{1}{1513}$ der trigonometrisch gemessenen Höhe.

Diese nahe Uebereinstimmung beider Messungen beweiset die gänzliche Zuverläßlichkeit der barometrischen Höhenmessung, wenn sie nach mittleren Barometer- und Thermometerständen vorgenommen wird.

Nach der Nivellirung liegt das Pflaster vor der Universitätskirche 3,3 W. Kl. höher, als der Winterspiegel des Innflusses an der Innbrücke dahier. Es wäre demnach die Höhe dieses Wasserspiegels über der Meeresfläche 305,9 W. Kl. oder 297,68 Toisen = 1786,08 P. F. nach der trigonometrischen Messung, und 306,1 W. Kl. oder 297,87 Toisen = 1787,2 P. F. nach der barometrischen Messung mittelst der Formel des §. 92.

Aus diesen zuverläßigen Resultaten folgt, daß die Schriftsteller die Höhe von Innsbruck über der Meeresfläche zu klein angeben, wenn sie dieselbe 1525 oder 1645 P. F. setzen.

---

*) Die angeführten Resultate der Nivellirung verdanke ich der Gefälligkeit des Herrn Franz Vogelsanger, Ingenieurs bei der hierortigen k. k. Provinzial-Baudirektion.

Drittes Hauptstück.

Hypsometrische Tafeln.

§. 128. Um mittelst der einen oder der anderen Formel (nach dem vorigen Hauptstücke) die Höhe bestimmen zu können, wird die logarithmische Rechnung erfordert, wie die obigen Beispiele zeigen. Die Kenntniß dieser Rechnungsmethode ist aber nicht so allgemein verbreitet, als es wegen der Anwendung der barometrischen Höhenmessung erwünschlich wäre. Dieser Umstand und die Wichtigkeit der barometrischen Höhenmessungsmethode gaben die Veranlassung, daß mehrere Physiker die in der einen oder der anderen aufgestellten Formel vorkommenden analytischen Ausdrücke für viele Barometer- und Thermometerstände berechneten und die schon auf die einfachste Form gebrachten Rechnungsresultate in Tafeln zusammenzogen, mittelst welcher durch eine leichte Rechnung die Berg- und Ortshöhen barometrisch bestimmt werden können, da der Gebrauch derselben keine anderen mathematischen Kenntnisse voraussetzt als die Arithmetik, die man in gegenwärtiger Zeit wohl bei jedermann, der nur einigen Anspruch auf Bildung macht, anzutreffen gewohnt ist. Solche Tafeln heißen **hypsometrische Tafeln** (Höhenmessungstafeln). Die vorzüglichsten sind:

B. v. Lindenau, tables barometriques pour faciliter le calcul des nivellements et des mesures des hauteurs par le baromètre. Gotha 1809.

Benzenberg, Beschreibung eines einfachen Reisebarometers nebst einer Anleitung zur leichteren Berechnung der Berghöhen. Düsseldorf 1810.

Garthe, Tabellen für barometrische Höhenmessungen. Gießen 1817.

Winkler, Beschreibung eines verbesserten Reisebarometers nebst praktischer Anleitung zum Gebrauche desselben bei Höhenmessungen. Wien 1821.

Biot, Tables barometriques portatives etc. Paris 1811, und Gilb. Ann. d. Phys. B. 26.

Englefield, hypsometrische Tafeln in Gilb. Ann. d. Phys. B. 38.

Nixon, hypsometrische Tafeln in Baumgartners Zeitschrift. B. 1.

D'Aubuisson, hypsometrische Tafeln in Gilb. Ann. d. Phys. B. 26.

Oltmanns, tables hypsometriques portatives. Paris 1811, und Gilb. Ann. B. 38.

Max Weisse, Tafeln zur Berechnung der Höhenunterschiede. Wien 1831.

Gauß, kleine Tafeln, im neuen Gehler'schen phys. Wörterbuche, „Höhenmessung".

Hahn, barometrische Tafeln mit einer Anleitung zur Kenntniß der meteorologischen Werkzeuge. Breslau 1823.

Littrow, über Höhenmessungen durch das Barometer. Wien 1825.

Horner, tables hypsometriques pour le baromètre divisè en pouces et lignes du pied francais e pour le thermometre octogesimal. Zuric 1827.

Jahn, hypsometrische Tafeln. Leipzig 1832.

Nuove tavole barometriche e logarithmiche per facilitare i calcoli delle altezze per mezzo del barometro. Genova 1818.

Carlini, Tavole par calcolo delle altezze barometriche. Appendice alle efemeridi astronomiche di Milano per l'anno 1824. Milano 1823.

Um diese Hypsometrie gemeinnütziger zu machen, werden die Tafeln des Herrn v. Lindenau nach der Abkürzung von Horner*), die Tafeln des Herrn Littrow, und die kurze Tafel des Herrn D'Aubuisson, welche sich durch leichte Anwendbarkeit, Genauigkeit und Kürze vorzüglich auszeichnen, ausführlich angeschlossen.

A. Hypsometrische Tafeln des Herrn v. Lindenau, abgekürzt von Horner.

§. 129. Horner brachte die Formel des v. Lindenau (§. 105) in folgende Form:

$$H - h = 10000\,(\log. B - \log. b) - p\,10000 \log. \frac{B}{b}$$

$$\text{wo } p = 0{,}0558 - 0{,}004721\left(\frac{T+t}{2}\right) + 0{,}0000059\left(T - t\right)^2$$

ist, und war dadurch im Stande, die weitläufigen v. Lindenau'schen Tafeln auf nachstehende 4 kurze Tafeln zu reduziren.

*) Gilb. Ann. d. Ph. B. 39.

I. Tafel.

Logarithmen der Barometerhöhen zu 5 Dezimalstellen mit Weglassung der Charakteristik.

Barometerhöhe Z.	Barometerhöhe L.	Log.	Diff.	Barometerhöhe Z.	Barometerhöhe L.	Log.	Diff.	Barometerhöhe Z.	Barometerhöhe L.	Log.	Diff.
15	0	17709	241	18	2	26028	200	21	3	32836	171
	1	17950	239		3	26227	199		4	33006	170
	2	18189	238		4	26425	198		5	33175	169
	3	18427	237		5	26622	197		6	33344	169
	4	18664	235		6	26818	196		7	33512	168
	5	18899	234		7	27013	195		8	33679	167
	6	19133	233		8	27207	194		9	33846	167
	7	19366	232		9	27400	193		10	34012	166
	8	19598	230		10	27593	193		11	34178	166
	9	19828	229		11	27785	192	22	0	34343	165
	10	20057	228	19	0	27976	191		1	34507	164
	11	20285	227		1	28166	190		2	34670	163
16	0	20512	226		2	28355	189		3	34833	163
	1	20738	225		3	28543	188		4	34995	162
	2	20963	223		4	28731	188		5	35157	162
	3	21186	222		5	28918	187		6	35318	161
	4	21408	221		6	29104	186		7	35479	161
	5	21629	220		7	29289	185		8	35639	160
	6	21849	219		8	29473	184		9	35798	159
	7	22068	218		9	29657	184		10	35957	159
	8	22286	217		10	29840	183		11	36115	158
	9	22503	215		11	30022	182	23	0	36273	158
	10	22718	214	20	0	30203	181		1	36430	157
	11	22932	213		1	30384	181		2	36587	157
17	0	23145	212		2	30564	180		3	36743	156
	1	23357	212		3	30743	179		4	36898	155
	2	23569	211		4	30921	178		5	37053	155
	3	23780	209		5	31099	178		6	37207	154
	4	23989	208		6	31276	177		7	37361	154
	5	24197	207		7	31452	176		8	37514	153
	6	24404	206		8	31627	175		9	37667	153
	7	24610	206		9	31802	175		10	37819	152
	8	24816	205		10	31976	174		11	37970	151
	9	25021	203		11	32149	173	24	0	38121	151
	10	25224	202	21	0	32322	173		1	38272	151
	11	25426	201		1	32494	172		2	38422	150
18	0	25627	201		2	32665	171		3	38571	149
	1	25828									

Barometerhöhe Z.	L.	Log.	Diff.	Barometerhöhe Z.	L.	Log.	Diff.	Barometerhöhe Z.	L.	Log.	Diff.
24	4	38720	149	26	0	41598	140	27	8	44296	131
	5	38869	149		1	41737	139		9	44427	131
	6	39017	148		2	41875	138		10	44557	130
	7	39164	147		3	42013	138		11	44687	130
	8	39311	147		4	42151	138	28	0	44816	129
	9	39458	147		5	42288	137		1	44945	129
	10	39604	146		6	42425	137		2	45074	129
	11	39749	145		7	42561	136		3	45202	128
25	0	39894	145		8	42697	136		4	45330	128
	1	40039	145		9	42833	136		5	45458	128
	2	40183	144		10	42968	135		6	45585	127
	3	40326	143		11	43103	135		7	45712	127
	4	40469	143	27	0	43237	134		8	45838	126
	5	40612	143		1	43371	134		9	45964	126
	6	40754	142		2	43504	133		10	46090	126
	7	40896	142		3	43637	133		11	46215	125
	8	41037	141		4	43770	133				
	9	41178	141		5	43902	132				
	10	41318	140		6	44034	132				
	11	41458	140		7	44165	131				

II. Tafel.
Proporzionaltheile für Zehntellinien.

Diff.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
238	24	48	71	95	119	143	167	190	214
236	24	47	71	94	118	142	165	189	212
234	23	47	70	94	117	140	164	187	211
232	23	46	70	93	116	139	162	186	209
230	23	46	69	92	115	138	161	184	207
228	23	46	68	91	114	137	160	182	205
226	23	45	68	90	113	136	158	181	203
224	22	45	67	90	112	134	157	179	202
222	22	44	67	89	111	133	155	178	200
220	22	44	66	88	110	132	154	176	198
218	22	44	65	87	109	131	153	174	196
216	22	43	65	86	108	130	151	173	194
214	21	43	64	86	107	128	150	171	193
212	21	42	64	85	106	127	148	170	191
210	21	42	63	84	105	126	147	168	189
208	21	42	62	83	104	125	146	166	187

Diff.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
206	21	41	62	82	103	124	144	165	185
204	20	41	61	82	102	122	143	163	184
202	20	40	61	81	101	121	141	162	182
200	20	40	60	80	100	120	140	160	180
198	20	40	59	79	99	119	139	158	178
196	20	39	59	78	98	118	137	157	176
194	19	39	58	78	97	116	136	155	175
192	19	38	58	77	96	115	134	154	173
190	19	38	57	76	95	114	133	152	171
188	19	38	56	75	94	113	132	150	169
186	19	37	56	74	93	112	130	149	167
184	18	37	55	74	92	110	129	147	166
182	18	36	55	73	91	109	127	146	164
180	18	36	54	72	90	108	126	144	162
178	18	36	53	71	89	107	125	142	160
176	18	35	53	70	88	106	123	141	158
174	17	35	52	70	87	104	122	139	157
172	17	34	52	69	86	103	120	138	155
170	17	34	51	68	85	102	119	136	153
168	17	34	50	67	84	101	118	134	151
166	17	33	50	66	83	100	116	133	149
164	16	33	49	66	82	98	115	131	148
162	16	32	49	65	81	97	113	130	146
160	16	32	48	64	80	96	112	128	144
158	16	32	47	63	79	95	111	126	142
156	16	31	47	62	78	94	109	125	140
154	15	31	46	62	77	92	108	123	139
152	15	30	46	61	76	91	106	122	137
150	15	30	45	60	75	90	105	120	135
148	15	30	44	59	74	89	104	118	133
146	15	29	44	58	73	88	102	117	131
144	14	29	43	58	72	86	101	115	130
142	14	28	43	57	71	85	99	114	128
140	14	28	42	56	70	84	98	112	126
138	14	28	41	55	69	83	97	110	124
136	14	27	41	54	68	82	95	109	122
134	13	27	40	54	67	80	94	107	121
132	13	26	40	53	66	79	92	106	119
130	13	26	39	52	65	78	91	104	117
129	13	26	39	52	65	77	90	103	116
128	13	26	38	51	64	77	90	102	115
127	13	25	38	51	64	76	89	102	114
126	13	25	38	50	63	76	88	101	113
125	13	25	38	50	63	75	88	100	113

III. Tafel.

Correctionen der gefundenen Höhe nach der Lufttemperatur und der Schwere in vertikaler Richtung.

Gefundene Höhe in Toisen	A —	B ±	C +	Gefundene Höhe in Toisen	A —	B ±	C +
1	0,1	0,00	0,0	600	33,5	2,83	1,6
2	0,1	0,01	0,0	700	39,1	3,30	1,9
3	0,2	0,01	0,0	800	44,6	3,77	2,3
4	0,2	0,02	0,0	900	50,2	4,25	2,6
5	0,3	0,02	0,0	1000	55,8	4,72	3,0
6	0,3	0,03	0,0	1100	61,4	5,19	3,3
7	0,4	0,03	0,0	1200	67,0	5,67	3,6
8	0,5	0,04	0,0	1300	72,5	6,14	3,9
9	0,5	0,04	0,0	1400	78,1	6,61	4,3
10	0,6	0,05	0,0	1500	83,7	7,08	4,6
20	1,1	0,09	0,0	1600	89,3	7,55	5,0
30	1,7	0,14	0,0	1700	94,9	8,02	5,4
40	2,2	0,18	0,0	1800	100,4	8,49	5,8
50	2,8	0,24	0,0	1900	106,0	8,97	6,1
60	3,4	0,28	0,0	2000	111,6	9,44	6,5
70	3,9	0,33	0,0	2100	117,2	9,91	6,9
80	4,5	0,38	0,0	2200	122,8	10,39	7,3
90	5,0	0,43	0,0	2300	128,3	10,86	7,7
100	5,6	0,47	0,2	2400	133,9	11,33	8,1
200	11,2	0,95	0,4	2500	139,5	11,80	8,5
300	16,7	1,42	0,7	2600	145,1	12,27	9,0
400	22,3	1,89	1,0	2700	150,7	12,74	9,5
500	27,9	2,36	1,3				

IV. Tafel.

Differenz der Thermometerstände im Freien T—t zur Correction der bereits verbesserten Höhe von 200 bis 2000 Toisen.

T — t	200	400	600	800	1000	2000
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
6	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4
7	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6
8	0,0	0,2	0,2	0,3	0,4	0,8
9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
10	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	1,2
11	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	1,4
12	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,7
13	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0
14	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	2,3
15	0,3	0,6	0,8	1,1	1,3	2,7
16	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	3,1
17	0,4	0,7	1,0	1,4	1,7	3,5
18	0,4	0,8	1,2	1,6	1,9	3,9
19	0,4	0,9	1,3	1,7	2,2	4,3
20	0,5	1,0	1,4	1,9	2,4	4,8
21	0,5	1,1	1,6	2,1	2,6	5,3
22	0,6	1,2	1,7	2,3	2,9	5,8
23	0,6	1,3	1,9	2,5	3,2	6,3
24	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	6,9
25	0,8	1,5	2,2	3,0	3,7	7,5
26	0,8	1,6	2,4	3,2	4,1	8,1
27	0,9	1,8	2,6	3,5	4,4	8,7
28	1,0	1,9	2,8	3,7	4,7	9,4

§. 130. Die Tafel I enthält für die beobachteten (auf 0 R. nicht reduzirten), in Zollen, Linien und Dezimal-Bruchtheilen von Linien ausgedrückten Barometerstände die Logarithmen und zwar mit 5 Dezimalstellen der Mantisse und mit Weglassung der Charakteristik. An diesen Logarithmen der Barometerhöhen wird die Correction wegen der Ausdehnung des Quecksilbers im Barometer durch die Wärme angebracht, indem man für jeden Grad R. über dem Eispunkte von dem Logarithmus des betreffenden Barometerstandes 10, also für n Grade, 10 n abzieht; hingegen für jeden Grad unter dem Eispunkte eben so viel addirt. Bei Barometern mit langen messingnen Scalen (§. 36) wird zugleich die Correction wegen der Ausdehnung der Scale angebracht, indem man die Correction wegen des fixen Thermometers um $\frac{1}{10}$ vermindert, wenn dieser über 0 R. und um eben so viel vermehrt, wenn derselbe unter 0 R. die Temperatnr anzeigt. Diese Tafel ist zwar für Barometerstände im Par. Maße berechnet, kann aber auch für Barometerstände im Wiener Maße angewendet werden, weil die Differenz der Logarithmen der nämlichen Barometerstände, die hier eigentlich in die Rechnung kommt, allezeit gleich ist.

Die Tafel II giebt die Proportionaltheile für $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{1000}$ Linien des Barometerstandes, welche bei dem Gebrauche der ersten Tafel einstweilen weggelassen wurden.

Die Tafel III enthält in der Spalte A die Correction der mittelst der beiden ersten Tafeln gefundenen Höhe, nämlich $-$ 10000 log. $\frac{B}{b} \times 0{,}0558$; in der Spalte B die Correction $\pm$ 10000 log. $\frac{B}{b} \times 0{,}004721 \left(\frac{T+t}{2}\right)$, und in der Spalte C die Correction wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung.

Die Tafel IV. giebt die Correction $-$ 10000 log. $\frac{B}{b} \times 0{,}0000059\ (T - t)^2$.

Die Thermometerstände sind in Graden nach R. auszudrücken. Die Höhe erhält man in Toisen, weil der Coeffizient der Formel nach Toisen berechnet ist. Der Gebrauch dieser Tafeln läßt sich am deutlichsten bei der Anwendung auf Beispiele zeigen.

§. 131. **Erstes Beispiel.** Höhe des Montblanc über **Sennebiers** Zimmer und über dem Genfersee.

Obere Station.		Untere Station.
16 Z. 0,264 L. P. M.	Nicht reduzirter Barometerstand.	27 Z. 3,12 L. P. M.
+ 1,2° R.	Fixes Thermometer.	+ 19,2° R.
— 2,3° R.	Freies Thermometer.	+ 22,6° R.

Man suche in der Tafel I den Barometerstand der oberen Station 16 Z. 0 L. (mit einstweiliger Weglassung der Bruchtheile von 0,264 Linien) und entnehme aus der nebenstehenden Spalte Log. die nebenstehende Zahl 20512, welche der log. 16 Z. 0 L. unter der im vorigen §. angegebenen Bedeutung ist. Zugleich entnehme man aus dieser Tafel, die zwischen 16 Z. 0 L. und 16 Z. 1 L. in der nebenstehenden Spalte **Diff.** vorkommende Zahl 226, mit welcher die Anwendung der Tafel II beginnt.

Diese Tafel enthält für 0,1 L. bis 0,9 L. die Proportionaltheile, und auch für 0,01 bis 0,09 L. und 0,001 bis 0,009 L., wenn die Proportionaltheile für Zehntellinien durch 10 oder 100 getheilt werden.

Die einstweilen weggelassenen Bruchtheile der Linien des oberen Barometerstandes 0,264 lassen sich durch 0,2; 0,06 und 0,004 darstellen. Man suche die aus der ersten Tafel entnommene Differenz 226 in der Tafel II und schreibe die in derselben Querzeile stehenden Proportionaltheile heraus, nämlich unter 0,2 die Zahl 45, unter 0,6 die Zahl 136 getheilt durch 10 oder 13,6 und unter 0,4 die Zahl 90 getheilt durch 100 oder 0,90. Nun sind die Proportionaltheile für 0,264 L. = 45 + 13,6 + 0,90 = 59,5. Wird diese Summe zu dem gefundenen log. 16 Z. 0 L. addirt, so erhält man log. 16 Z. 0,264 L. = 20512 + 59,5 = 20571,5.

Von dieser Zahl wird wegen der Ausdehnung des Quecksilbers (§. 130) das Zehnfache des fixen Thermometerstandes oder 1,2 × 10 = 12 abgezogen und der Unterschied = 20559,5 vorgemerkt.

Auf die gleiche Weise verfährt man mit dem Barometerstande der unteren Station. Nach der Tafel I ist der Log. für 27 Z. 3 L. = 43637, und die **Diff.** zwischen 3 und 4 L. = 133. Die Bruchtheile der einstweilen übergangenen Linien des Barometerstandes 0,12 stelle man durch 0,1 und 0,02 vor, und suche diese in der Tafel II in der Spalte **Diff.** bei 132 (weil 133 fehlt). Man findet für 0,1 die Zahl 13 und für 0,2 die Zahl 26, folglich für 0,02 die Zahl 2,6. Die Summe von 13 und 2,6 = 15,6 wird zum Log. 27

Z. 3 L. oder 43637 addirt, nämlich 43637 + 15.6 = 43652,6 und davon das 10fache des fixen Thermometerstandes oder 19,2 × 10 = 192 abgezogen. Der Unterschied 43460,6 entspricht dem Log. des auf 0 reduzirten Barometerstandes an der unteren Station. Wird nun der Log. des Barometerstandes an der unteren Station von dem Log. des Barometerstandes an der oberen Station abgezogen und der Unterschied durch 10 getheilt, oder $\frac{43460,6 - 20559,5}{10}$, so ist der Quotus 2290,11 die vorläufige Höhe H — h in Toisen.

Jetzt geschieht die Correction dieser Höhe nach der Tafel III. Zu diesem Behufe löse man 2290 in 2000 + 200 + 90 auf, suche diese Zahlen in der Spalte A, entnehme die nebenstehenden Zahlen, als 111,6 neben 2000; 11,2 neben 200 und 5,0 neben 90 und ziehe deren Summe 111,6 + 11,2 + 5,0 = 127,8 von der vorläufigen Höhe 2290,11 ab. Der Unterschied 2161,31 Toisen ist die zum Theile verbesserte Höhe.

Eben so nehme man aus der Spalte B die in derselben Zeile stehenden Werthe, als 9,44 neben 2000; 0,95 neben 200 und 0,43 neben 90; multiplizire deren Summe 9,44 + 0,95 + 0,43 = 10,82 mit dem Mittel der Luftwärme beider Stationen $\frac{T + t}{2}$ = 10,15 und addire das Produkt 10,82 × 10,15 = 109,823 zur erst verbesserten Höhe 2161,31. Die Summe 2271,133 T. ist die nochmals verbesserte Höhe.

Endlich nehme man den Unterschied der Thermometerstände im Freien T — t = 24,9 und suche diesen oder in dessen Ermanglung den nächstkommenden Werth 25 in der ersten Spalte der Tafel IV, und schreibe aus den mit 2000, 200 bezeichneten Spalten, (in welche Zahlen 2271 früher aufgelöst wird) die in derselben Zeile mit 25 vorkommenden Werthe, als 7,5 unter der Spalte 2000 und 0,8 unter der Spalte 200 heraus. Wird deren Summe 7,5 + 0,8 = 8,3 von der zuletzt verbesserten Höhe 2271,133 abgezogen, so ist der Unterschied 2262,833 T. die verbesserte Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer; folglich 2275,8 T. die Höhe desselben über dem Genfersee (§. 94).

Nach der trigonometrischen Messung ist diese Höhe nur um 0,7 T., nach der Formel des Herrn v. Lindenau um 1,2 Toisen größer (§. 105).

Wollte man noch die Verbesserung wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung machen, so dient dazu die Tafel III Spalte C. Man löse die letztgefundene Höhe

2262,833 T. in 2000 + 200 auf, suche diese Zahlen in der ersten Spalte der Tafel III und schreibe die in denselben Zeilen in der Spalte C vorkommenden Zahlen heraus, nämlich 6,5 neben 2000 und 0,4 neben 200. Die Summe 6,5 + 0,4 = 6,9 wird zu der gefundenen Höhe 2262,833 addirt, dann ist die verbesserte Höhe über der unteren Beobachtungsstation 2269,7 Toisen; folglich 2282,7 Toisen über dem Genfersee. Da jedoch diese Correction in der Formel des v. Lindenau nicht vorkommt, so kann man sie auch bei dem Gebrauche der Tafeln übergehen.

Es ist zu bemerken, daß der Werth für B in der Tafel III dem Zeichen $\frac{T + t}{2}$ folgt und addirt oder subtrahirt werden muß, je nachdem die mittlere Luftwärme beider Stationen das positive oder das negative Zeichen erhält.

§. 132. Zweites Beispiel. Höhe des Pic du Midi de Bigorre über Tarbes.

Obere Station.		Untere Station.
19 Z. 10,14 L. = b	Nicht reduzirter Barometerstand	27 Z. 2,04 L. = B
+ 7,6° R. = τ′	Fixes Thermometer.	+ 14,9° R. = τ
+ 3,2° R. = t	Freies Thermometer.	+ 15,3° R. = T

Das Verfahren im ersten Beispiele läßt sich in folgende allgemeine Ausdrücke bringen;

$$x = \frac{\log. B + p - 10\,\tau - (\log. b + p' - 10\,\tau')}{10} \quad (I)$$

$$x' = x - A \pm B \left(\frac{T + t}{2}\right) \quad (II)$$

$$x'' = x' - u \quad (III)$$

in welchen x die vorläufige Höhe nach den Tafeln I und II, x′ die nach der Tafel III und x″ die nach der Tafel IV verbesserte Höhe, log. B und log. b die Logarithmen der Barometerstände nach der Tafel I, p und p′ die Proportionaltheile aus der Tafel II, τ und τ′ die Temperaturen der fixen Thermometer, T und t die Temperaturen der Luft an der oberen und unteren Station, A und B die Größen der Correction nach der Tafel III und u die Größe der Correction nach der Tafel IV bedeuten.

Nach der Tafel I ist log. 19 Z. 10 L. = 29840, und die betreffende Differenz in der Nebenspalte 182. Bei dieser ist in der Tafel II der Werth für 0,1 und 0,04 = 18 +

7,3; daher Log. b + p′ = 29840 + 25,8 = 29865,3. Wird davon 10 τ′ = 76 abgezogen, so ergiebt sich der Unterschied 29789,3.

Eben so findet man in der Tafel I den log. 27 Z. 2 L. = 43504 mit der Differenz 133, und in der Tafel II (in Ermanglung von 133) bei 134 den Werth für 0,04 L. = 5,4 Dadurch wird log. B + p = 43504 + 5,4 = 43509,4 und wenn 10 τ oder 149 davon abgezogen werden, erhält man den Unterschied 43360,4; daher

$$\text{I. } x = \frac{43504 + 5,4 - 149 - (29840 + 25,3 - 76)}{10}$$

$$\text{oder } x = \frac{43360,4 - 29789,3}{10} = 1357,11$$

II. $x' = 1357,11 - A + B \times 9,25$

Für A findet man in der Tafel III Spalte A neben den Zahlen 1300,50, und 7 die Zahlen 72,5; 2,8 und 0,4; deren Summe 75,7 ist = A.

B ist in derselben Tafel und in denselben Zeilen unter der Spalte B 6,14 für 1300; 0,24 für 50 und 0,03 für 7, folglich deren Summe = 6,41. Das Produkt B × 9,25 ist = 6,41 × 9,25 = 59,3, mithin

$$x' = 1357,11 - 75,7 + 59,3 = 1340,71$$

III. $x'' = 1340,71 - u$

In der Tafel IV suche man T — t = 12,1 oder zunächst 12 in der ersten Spalte, und nehme in derselben Zeile in den Spalten für 1000 und 200, in welche Zahlen 1340 zunächst aufgelöset wird, die Zahlen 0,9 für 1000 und 0,2 für 200; deren Summe 1,1 = u; folglich

x'' oder die verbesserte Höhe des Pic du Midi über Tarbes = 1340,71 — 1,1 = 1339,6 Toisen.

Diese Höhe ist nur um 1 Toise kleiner als nach der trigonometrischen Messung. Nach der Formel des v. Lindenau (§. 105) ist dieselbe 1340,3 Toisen.

Wollte man die Correction wegen der Schwere berücksichtigen, so wäre noch $x''' = x'' + C$. Für C giebt die Tafel III in der Zeile 1300 den Werth 3,9; folglich wäre $x''' = 1339,6 + 3,9 = 1343,5$ Toisen.

Man kann jedoch nach dem vorigen §. das C weglassen.

§. 133. Drittes Beispiel. Höhe des Monte Gregorio über Turin.

Obere Station.		Untere Station.
22 Z. 4,212 L. = b	Nicht reduzirter Barometerstand	27 Z. 5,016 L. = B
+ 8,4° R. = τ′	Fixes Thermometer	+ 15,9° R. = τ
+ 7,9° R. = t	Freies Thermometer	+ 16° R. = T

In der Tafel I findet man log. 22 Z. 4 L. = 34995 und zwischen 3 und 4 L. die Differenz 162 in der Nebenspalte. Diese Differenz giebt in der Tafel II für 0,212 L. oder 0,2 + 0,01 + 0,002 die Werthe, nämlich 32 für 0,2; 1,6 für 0,01 und 0,32 für 0,02; folglich ist deren Summe = 33,92 = p′, und log. b + p′ = 34995 + 33,92 = 35028,92. Wird davon 10 τ′ = 84 abgezogen, so ergiebt sich der Unterschied 34944,92 = log. b + p′ — 10 τ′.

Eben so ist für die untere Station nach der Tafel I der log. 27 Z. 5 L. = 43902 und zwischen 5 und 6 L. die Differenz 132, welche in der Tafel II für 0,016 L. oder 0,01 + 0,006 L. die Werthe, und zwar 1,3 für 0,01 und 0,79 für 0,006 giebt. Deren Summe ist = 2,09 = p; folglich log. b + p = 43902 + 2,09 = 43904,09 und nach der Subtraktion von 10 τ oder 159 der Unterschied 43904,09 — 159 = 43745,09; also I

$$x = \frac{43902 + 2{,}09 - 159 - (34995 + 33{,}92 - 84)}{10}$$

oder

$$x = \frac{43745{,}09 - 34944{,}92}{10} = 880{,}017$$

II $x' = 880{,}017 - A + B \times 11{,}95$

Da 880 = 800 + 80, so findet man neben diesen Zahlen in der Spalte A der Tafel III die Werthe 44,6 und 4,5 = 49,1 = A, und in der Spalte B die Werthe 3,77 und 0,38 = 4,15 = B. Folglich ist $x' = 880{,}017 - 49{,}1 + 4{,}15 \times 11{,}95 = 880{,}509$.

III. $x'' = 880{,}509 - u$.

Zur Bestimmung des Werthes für u suche man in der Tafel IV T — t = 8,1 oder zunächst 8, und entnehme in der mit 800 (der Zahl 880 zunächst kommenden) bezeichneten Spalte die Zahl 0,3 = u, und man hat $x'' = 880{,}509 - 0{,}3 = 880{,}209$ Toisen als verbesserte Höhe.

Diese übertrifft das Resultat der trigonometrischen Messung um 4,709 Toisen. Nach der Formel wurde die Höhe 878,17 Toisen gefunden (§. 105).

Wenn (§. 38) die Correction wegen der Ausdehnung der Scale nothwendig ist, so geschieht diese nach §. 36, indem man $\frac{1}{10}$ der Quecksilberausdehnung zu dem Log. des

Barometerstandes addirt oder davon abzieht, je nachdem die Temperatur des fixen Thermometers ober oder unter 0 R. beobachtet wurde. Am einfachsten ist es, die Correction wegen der Quecksilberwärme um $\frac{1}{10}$ zu vermindern. Z. B. in dem letzten Beispiele beträgt die Correction des Logarithmus des Barometerstandes an der unteren Station 159. Von dieser Größe ist $\frac{1}{10} = 15,9$; folglich würde die mit Rücksicht auf die Quecksilberwärme und die Ausdehnung der Scale dießfalls vorzunehmende Verbesserung 159 — 15,9 = 143,1 seyn.

B. Hypsometrische Tafeln des Herrn Littrow.

§. 134. Neue Tafeln zur Bestimmung der Höhen mittelst der Barometerbeobachtungen, welche durch Einfachheit und Genauigkeit sich vorzüglich auszeichnen, hat Herr Littrow berechnet. Diesen Tafeln liegt die Formel des Ramond zu Grunde,

$$H - h = 9436,966\ (1 + 0,00284 \cos. 2\ \varphi)$$
$$(1 + 0,0025\ (T + t))\ (\log. B - \log.$$
$$(b\ (1 + 0,00023\ (\tau - \tau'))$$

in welcher τ, τ' die fixen Thermometerstände an der unteren und oberen Station, die übrigen Buchstaben die schon bekannten Größen vorstellen.

Herr Littrow gab dieser Formel die Form:

$$H - h = (M \log. \frac{28,16666}{b} + (0,943 + 0,0096\ \delta)\ \tau')$$
$$- (M \log. \frac{28,16666}{B} + (0,943 + 0,0096\ \delta)\ \tau),$$

in welcher $M = 9436,966\ (1 + 0,0025\ (T + t))$, $\delta = \frac{T + t}{4}$, und die von der geographischen Breite abhängige Correction einstweilen weggelassen ist.

Wenn $0,943 + 0,0096\ \delta = \beta$, so wird

$$H - h = (M \log. \frac{28,16666}{b} + \beta\ \tau') -$$
$$(M \log. \frac{28,16666}{B} + \beta\ \tau)$$

Die nachstehende Tafel I enthält die Werthe $9436{,}966 \times \log. 28{,}16666$ und $9436{,}966 \times \log. \frac{28{,}16666}{b}$ oder die den Barometerständen B und b entsprechenden Höhen über der Meeresfläche; die Tafel III enthält β für verschiedene Werthe von δ, und die Tafel II giebt die Correction, welche die geographische Breite angeht, und zwar in (a) den Faktor der Ramondschen Formel $(1 \pm 0{,}00284 \cos. 2\,\varphi)$ für die Breite von 30 bis 60°, mit welchem die mittelst der Tafeln I und III bestimmte Höhe multiplizirt werden muß; und in (b) die Größe dieser Correction, welche von der mittelst I und III bestimmten Höhe abgezogen oder zu dieser addirt werden muß, je nachdem die geographische Breite größer oder kleiner als 45° ist. Die Barometerstände sind beim Gebrauche dieser Tafeln in Zollen und deren Tausendtheilen Par. M. und die Thermometerstände in Graden nach R. auszudrücken. Die Höhen erhält man in Toisen, weil der Coeffizient der Formel nach diesem Maße berechnet ist.

Die Theorie dieser Tafeln findet man in der im §. 128 angeführten Schrift des Herrn Littrow, den Gebrauch derselben werden einige Beispiele deutlich machen.

I. Tafel. Den Barometerständen entsprechende Höhen über der Meeresfläche.

Barometerstand in Zoll.	A	Diff. für $\frac{1}{1000}$ Zoll.	Barometerstand in Zoll	A	Diff. für $\frac{1}{1000}$ Zoll.
29,9	—244,755	0,1373	25,9	343,842	0,1585
29,8	—231,025	0,1378	25,8	359,697	0,1592
29,7	—217,248	0,1382	25,7	375,613	0,1598
29,6	—203,426	0,1387	25,6	391,591	0,1604
29,5	—189,557	0,1392	25,5	407,632	0,1610
29,4	—175,640	0,1396	25,4	423,736	0,1617
29,3	—161,676	0,1401	25,3	439,904	0,1623
29,2	—147,665	0,1406	25,2	456,134	0,1630
29,1	—133,605	0,1411	25,1	472,431	0,1636
29,0	—119,496	0,1416	25,0	488,792	0,1643
28,9	—105,339	0,1421	24,9	505,218	0,1649
28,8	— 91,134	0,1426	24,8	521,710	0,1656
28,7	— 76,878	0,1430	24,7	538,269	0,1663
28,6	— 62,573	0,1435	24,6	554,896	0,1669
28,5	— 48,218	0,1441	24,5	571,591	0,1676
28,4	— 33,812	0,1446	24,4	588,353	0,1683
28,3	— 19,355	0,1451	24,3	605,184	0,1690
28,2	— 4,848	0,1456	24,2	622,085	0,1697
28,1	9,711	0,1461	24,1	639,056	0,1704
28,0	24,323	0,1466	24,0	656,098	0,1711
27,9	38,986	0,1472	23,9	673,210	0,1718
27,8	53,702	0,1477	23,8	690,393	0,1726
27,7	68,471	0,1482	23,7	707,651	0,1733
27,6	83,294	0,1488	23,6	724,980	0,1740
27,5	98,170	0,1493	23,5	742,383	0,1748
27,4	113,100	0,1499	23,4	759,860	0,1755
27,3	128,086	0,1504	23,3	777,413	0,1763
27,2	143,126	0,1509	23,2	795,040	0,1770
27,1	158,221	0,1515	23,1	812,744	0,1778
27,0	173,372	0,1521	23,0	830,525	0,1787
26,9	188,580	0,1526	22,9	848,383	0,1794
26,8	203,844	0,1532	22,8	866,319	0,1801
26,7	219,165	0,1538	22,7	884,333	0,1809
26,6	234,544	0,1544	22,6	902,429	0,1817
26,5	249,981	0,1549	22,5	920,604	0,1825
26,4	265,476	0,1555	22,4	938,860	0,1834
36,3	281,030	0,1561	22,3	957,196	0,1842
26,2	296,642	0,1567	22,2	975,616	0,1850
26,1	312,316	0,1573	22,1	994,119	0,1859
26,0	328,049	0,1579	22,0	1012,706	0,1867

Barometerstand in Zoll.	A	Diff. für $\frac{1}{1000}$ Zoll.	Barometerstand in Zoll.	A	Diff. für $\frac{1}{1000}$ Zoll.
21,9	1031,378	0,1876	17,9	1857,973	0,2296
21,8	1050,135	0,1884	17,8	1880,933	0,2309
21,7	1068,979	0,1893	17,7	1904,022	0,2322
21,6	1087,909	0,1902	17,6	1927,243	0,2335
21,5	1106,926	0,1911	17,5	1950,596	0,2349
21,4	1126,033	0,1917	17,4	1974,083	0,2362
21,3	1145,205	0,1931	17,3	1997,706	0,2376
21,2	1164,517	0,1938	17,2	2021,464	0,2390
21,1	1183,894	0,1947	17,1	2045,361	0,2404
21,0	1203,365	0,1956	17,0	2069,399	0,2418
20,9	1222,928	0,1966	16,9	2093,579	0,2432
20,8	1242,585	0,1975	16,8	2117,901	0,2447
20,7	1262,337	0,1985	16,7	2142,369	0,2462
20,6	1282,183	0,1994	16,6	2166,985	0,2476
20,5	1302,126	0,2004	16,5	2191,749	0,2491
20,4	1322,168	0,2014	16,4	2216,664	0,2507
20,3	1342,308	0,2024	16,3	2241,730	0,2522
20,2	1362,546	0,2034	16,2	2266,952	0,2538
20,1	1382,886	0,2044	16,1	2292,309	0,2553
20,0	1403,328	0,2054	16,0	2317,864	0,2570
19,9	1423,871	0,2065	15,9	2343,560	0,2586
19,8	1444,519	0,2075	15,8	2369,417	0,2602
19,7	1465,271	0,2085	15,7	2395,433	0,2619
19,6	1486,126	0,2096	15,6	2421,627	0,2636
19,5	1507,091	0,2107	15,5	2447,984	0,2653
19,4	1528,163	0,2118	15,4	2474,511	0,2670
19,3	1549,344	0,2129	15,3	2501,211	0,2687
19,2	1570,634	0,2140	15,2	2528,086	0,2705
19,1	1592,035	0,2151	15,1	2555,139	0,2723
19,0	1613,549	0,2163	15,0	2582,370	0,2741
18,9	1635,177	0,2174	14,9	2609,785	0,2760
18,8	1656,919	0,2186	14,8	2637,384	0,2779
18,7	1678,778	0,2197	14,7	2665,170	0,2797
18,6	1700,753	0,2209	14,6	2693,145	0,2817
18,5	1722,847	0,2221	14,5	2721,314	0,2836
18,4	1745,062	0,2233	14,4	2749,676	0,2857
18,3	1767,396	0,2246	14,3	2778,237	0,8876
18,2	1789,852	0,2258	14,2	2806,999	0,8796
18,1	1812,433	0,2271	14,1	2835,962	0,2917
18,0	1835,139	0,2283	14,0	2865,133	

II. Tafel. Zur Correction wegen der geographischen Breite des Ortes.

(a)

Breite φ	Correction der gefundenen Höhe $1 \pm 0{,}00284 \cos. 2\varphi$	Breite φ	Correction der gefundenen Höhe $1 \pm 0{,}00284 \cos. 2\varphi$
30 60	1 ± 0,001420	38 52	1 ± 0,000687
31 59	1 ± 0,001333	39 51	1 ± 0,000590
32 58	1 ± 0,001245	40 50	1 ± 0,000493
33 57	1 ± 0,001155	41 49	1 ± 0,000395
34 56	1 ± 0,001064	42 48	1 ± 0,000297
35 55	1 ± 0,000971	43 47	1 ± 0,000198
36 54	1 ± 0,000878	44 46	1 ± 0,000099
37 53	1 ± 0,000783	45	0,00000

(b)

Gefundene Höhe in Toisen	Breite des Ortes oder Polhöhe.							
	+44 −46	+42 −48	+40 −50	+38 −52	+36 −54	+34 −56	+32 −58	+30 −60
100	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14
200	0,02	0,06	0,10	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28
300	0,03	0,09	0,15	0,21	0,26	0,32	0,37	0,43
400	0,04	0,12	0,20	0,27	0,35	0,43	0,50	0,57
500	0,05	0,15	0,25	0,34	0,44	0,53	0,62	0,71
600	0,06	0,18	0,30	0,41	0,53	0,64	0,75	0,85
700	0,07	0,21	0,34	0,48	0,61	0,74	0,87	0,99
800	0,08	0,24	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,14
900	0,09	0,27	0,44	0,62	0,79	0,96	1,12	1,28
1000	0,10	0,30	0,49	0,69	0,88	1,06	1,24	1,42
1100	0,11	0,33	0,54	0,76	0,97	1,17	1,37	1,56
1200	0,12	0,36	0,59	0,82	0,05	1,28	1,49	1,70

Gefundene Höhe in Toisen	Breite des Ortes oder Polhöhe							
	+44 −46	+42 −48	+40 −50	+38 −52	+36 −54	+34 −56	+32 −58	+30 −60
1300	0,13	0,39	0,64	0,89	1,14	1,38	1,62	1,85
1400	0,14	0,42	0,69	0,96	1,23	1,49	1,74	1,99
1500	0,15	0,44	0,74	1,03	1,32	1,60	1,87	2,13
1600	0,16	0,47	0,79	1,10	1,40	1,70	1,99	2,27
1700	0,17	0,50	0,84	1,17	1,49	1,81	2,12	2,41
1800	0,18	0,53	0,89	1,24	1,58	1,91	2,24	2,56
1900	0,19	0,56	0,94	1,30	1,67	2,02	2,36	2,70
2000	0,20	0,59	0,99	1,37	1,76	2,13	2,49	2,84
2100	0,21	0,62	1,03	1,44	1,84	2,23	2,61	2,98
2200	0,22	0.65	1,08	1,51	1,93	2,34	2,74	3,12
2300	0,23	0,68	1,13	1,58	2,02	2,45	2,86	3,27
2400	0,24	0,71	1,18	1,65	2,11	2,55	2.99	3,41
2500	0,25	0,74	1,23	1,72	2,19	2,66	3,11	3,55
2600	0,26	0,77	1,28	1'79	2,28	2,77	3,24	3,69
2700	0,27	0,80	1,33	1,85	2,37	2,87	3,36	3,83
2800	0,28	0,83	1,38	1,92	2,46	2,98	3,49	3,98
2900	0,29	0,86	1,43	1,99	2,55	2,09	3,61	4,12
3000	0,30	0,89	1,48	2,06	2,63	2,19	3,73	4,26

III. Hülfstafel.

δ	β	δ	β	δ	β
—10	0,85	—1	0,93	8	1,02
— 9	0,86	0	0,94	9	1,03
— 8	0,87	1	0,95	10	1,04
— 7	0,88	2	0,96	11	1,05
— 6	0,88	3	0,97	12	1,06
— 5	0,89	4	0,98	13	1,07
— 4	0,90	5	0,99	14	1,08
— 3	0,91	6	1,00	15	1,09
— 2	0,92	7	1,01	16	1,10

§. 135. **Erstes Beispiel.** Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer und über dem Genfersee.

Obere Station.		Untere Station.
16,022 Z.	Nicht reduzirter Barometerstand.	27,260 Z.
$+ 1,2^\circ$ R. $= \tau'$	Fixes Thermometer	$+ 19,2^\circ$ R. $= \tau$
$- 2,3^\circ$ R. $=$ t	Freies Thermometer	$+ 22,6^\circ$ R. $=$ T

Geographische Breite des Gipfels 45° 50′.

Vor der Anwendung der Tafeln ist zuerst $\delta = \frac{T + t}{4}$ zu bestimmen. Der Werth für δ ist hier $= \frac{22,6 - 2,3}{4} = \frac{20,3}{4} = 5,075$.

Die zweite Bestimmung betrifft β, welches nach der, diesen Tafeln zu Grunde liegenden Theorie $= 0,943 + 0,0096\ \delta$ ist. Wird für δ der gefundene Werth gesetzt, so erhält man in diesem Beispiele $\beta = 0,943 + 0,0096 \times 5,075 = 0,99$. Zur Ersparung der Rechnung kann β auch aus der Tafel III. entnommen werden, indem man in der ersten Spalte den Werth für δ, hier 5,075 oder annäherungsweise 5 sucht, und die in der anderen Spalte nebenstehende Zahl $0,99 = \beta$ nimmt. Nach diesen Vorbestimmungen sucht man in der Tafel I den Barometerstand der oberen Station, und zwar vorläufig die Zolle und die erste Dezimalstelle der Bruchtheile, hier 16,0; die in der Spalte A nebenstehende Zahl 2317,864 ist die vorläufige Höhe. Ferner nimmt man in der Spalte Diff. die in derselben Zeile stehende Zahl 0,2570, multiplizirt diese mit den 2 letzten Dezimalstellen des Barometerstandes, hier 22 (wie mit ganzen Zahlen) und zieht das Produkt $0,2570 \times 22 = 5,654$ von der vorläufigen Höhe A oder 2317,864 ab; der Unterschied 2312,210 ist die richtiger gestellte Höhe.

Die Correction wegen der Luftwärme geschieht, indem man die Höhe 2312,210 durch 100 theilt, den Quotus 23,1221 mit $\delta = 5,075$ multiplizirt und das Produkt $23,1221 \times 5,075 = 117,34$ zur gefundenen Höhe 2312,210 addirt; die Summe 2429,55 ist die dießfalls verbesserte Höhe.

Die Correction wegen des fixen Thermometerstandes geschieht, indem man den fixen Thermometerstand hier 1,2 mit $\beta = 0,99$ multiplizirt, und das Produkt 1,188 zur erst gefundenen Höhe 2429,55 addirt; die Summe 2430,738 ist die verbesserte Höhe der oberen Station in Toisen.

Durch das gleiche Verfahren bestimmt man die Höhe der unteren Station.

Die Tafel I giebt für 27,2 die Höhe A = 143,126 und in der Nebenspalte die Differenz 0,1509. Diese mit dem Reste der Bruchtheile 60 multiplizirt giebt das Produkt 9,0540, welches von A oder 143,126 abgezogen wird. Der Unterschied 134,072 ist die vorläufige Höhe der unteren Station.

Zur Correction wegen der Luftwärme theilt man 134,072 durch 100 und multiplizirt den Quotus 1,34072 mit δ = 5,075. Das Produkt 6,804 zur Höhe 134,072 addirt, giebt die verbesserte Höhe 140,876.

Endlich zur Correction wegen des fixen Thermometerstandes ist 19,2 mit β = 0,99 zu multipliziren und das Produkt 19,008 zur verbesserten Höhe 140,876 zu addiren. Die Summe 159,884 ist die verbesserte Höhe der unteren Station in Toisen.

Wird nun die Höhe der unteren Station 159,884 von der Höhe der oberen Station 2430,738 abgezogen, so ist der Unterschied 2270,854 Toisen die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer.

Diese Höhe ist wegen der Breite nach der Tafel II. zu verbessern. Man suche in II (b) die der Höhe 2270,854 zunächstkommende Höhe 22000, entnehme in der Spalte für 46° (als der 45° 50′ zunächstkommenden) die nebenstehende Zahl 0,22 und ziehe diese (weil 46° das Zeichen — hat) von der letzten Höhe 2270,854 ab, der Unterschied 2270,832 Toisen ist die gesuchte Höhe über Sennebiers Zimmer. Werden hiezu 13 Toisen addirt, so ist die Höhe über dem Genfersee 2283,832 Toisen. Die Rechnung nach der Formel gab (§. 108) dasselbe Resultat, welches ein Beweis für die Genauigkeit dieser Tafeln ist.

§. 136. Zweites Beispiel. Höhe des Pic du Midi de Bigore über Tarbes.

Obere Station.		Untere Station.
19,845 Z.	Nicht reduzirter Barometerstand	27,170 Z.*)
+ 7,6 R. = τ'	Fixes Thermometer	+ 14,9 R. = τ
+ 3,2 R. = t	Freies Thermometer	+ 15,3 R. = T

Geographische Breite des Berges 43°

*) Hier wird eine 0 angehängt, damit man Tausendtheile der Zolle erhält.

Das Verfahren bei der Anwendung im vorigen Beispiele läßt sich zur Erleichterung in folgende Gleichungen bringen.

$$\left.\begin{array}{l}\text{I. } x = A - \text{Diff.} \times n \\ \text{II. } H = x + \frac{x}{100} \times \delta + \beta\,\tau'\end{array}\right\}\text{ für die obere Station.}$$

in welchen x die vorläufige, H die verbesserte Höhe der oberen Station, A die in der Tafel I für die ganzen Zolle und die erste Dezimalstelle gefundene Höhe, Diff., δ, $\beta\,\tau'$ die schon bekannten Größen, n die letzten zwei Dezimalstellen des Barometerstandes vorstellen. Eben so wird, wenn x' A', n', Diff. τ die erst genannte Bedeutung für die untere Station haben,

$$\left.\begin{array}{l}\text{I. } x' = A' - \text{Diff.} \times n' \\ \text{II. } h = x' + \frac{x'}{100} \times \delta + \beta\,\tau\end{array}\right\}\text{ für die untere Station.}$$

Endlich ist $H - h = x + \frac{x}{100} \times \delta + \beta\,\tau' - (x' + \frac{x'}{100} \times \delta + \beta\,\tau)$

Für dieses Beispiel ist $x = 1444{,}519 - 0{,}2075 \times 45 = 1444{,}519 - 9{,}3375 = 1435{,}1815$ (I)

$\delta = \frac{T + t}{4} = \frac{3{,}2 + 15{,}3}{4} = 4{,}625$

β ist nach der Tafel III für den Werth $\delta = 4{,}625$ (nahe $= 5$) $= 0{,}99$

mithin $H = 1435{,}1815 + \frac{1435{,}1815 \times 4{,}625}{100} + 0{,}99 \times 7{,}6$
$= 1435{,}1815 + 14{,}351815 \times 4{,}625 + 0{,}99 \times 7{,}6$
$= 1435{,}1815 + 66{,}37 + 7{,}524 = 1509{,}0755$ T.)II)

Für die untere Station ist $x' = 158{,}221 - 0{,}1515 \times 70 = 158{,}221 - 10{,}6050 = 147{,}616$ (I)

Ferner ist $h = 137{,}616 + \frac{147{,}616 \times 4{,}625}{100} + 0{,}99 \times 14{,}9 = 147{,}616 + 6{,}827 + 14{,}751 = 169{,}194.$ (II)

Mithin ist $H - h = 1509{,}0755 - 169{,}194 = 1339{,}88$ Toisen.

Für die Correction wegen der Breite suche man in der ersten Spalte der Tafel II (b) die der Höhe 1339,88 nächste Zahl 1300 und nehme aus den Nebenspalten für 44° und 42° die nebenstehenden Zahlen 0,13 + 0,39 und aus diesen das Mittel 0,26, weil auch die Breite 43 das Mittel aus 44 und 42 ist. Wird 0,26 zu 1339,88 addirt, weil 43° das

Zeichen + hat, so erhält man die verbesserte Höhe 1340,14 Toisen.

Die Rechnung nach der Formel §. 108 gab diese Höhe 1340,3 Toisen, also beinahe das gleiche Resultat.

§. 137. **Drittes Beispiel.** Höhe des Monte Gregorio über Turin.

Obere Station.		Untere Station.
22,351 Z.	Nicht reduzirter Barometerstand	27,418 Z.
+ 8,4° R. = τ′	Fixes Thermometer	+ 15,9° R. = τ′
+ 7,9° R. = t	Freies Thermometer	+ 16° R. = T

Geographische Breite des Berges 45°.

In diesem Beispiele ist $\delta = \frac{T + t}{4} = \frac{7{,}9 + 16}{4} = 5{,}975$. β ist nach der Tafel III, wenn man $\delta = 6$ nimmt, $= 1$.

Nun ist für die obere Station

$$x = 957{,}196 - 0{,}1842 \times 51 = 957{,}196 - 9{,}3942 = 947{,}808 \quad \text{(I)}$$

und $$H = 947{,}8017 + \frac{947{,}8018}{100} \times 5{,}975 + 8{,}4 \times 1$$

$$= 947{,}8018 + 56{,}631 + 8{,}4 = 1012{,}8328 \quad \text{(II)}$$

Für die untere Station ist

$$x' = 113{,}100 - 0{,}1499 \times 18 = 113{,}100 - 2{,}6982 = 110{,}4018 \quad \text{(I)}$$

und $$h = 110{,}4018 + \frac{110{,}4018}{100} \times 5{,}975 + 15{,}9 \times 1$$

$$= 110{,}4018 + 6{,}596 + 15{,}9 = 132{,}8978 \quad \text{(II)}$$

mithin $H - h = 1012{,}8328 - 132{,}8978 = 879{,}9$ T.

Die Rechnung nach der Formel des Ramond gab (§. 108) die Höhe 880 Toisen, welche wieder der jetzt gefundenen fast ganz gleich ist.

§. 138. Die Correction wegen der geographischen Breite kann auch nach der Tafel II (a) vorgenommen werden, indem man die wegen der Temperatur bereits verbesserte Höhe H — h mit dem betreffenden Faktor aus der Tafel II (a) multiplizirt. So wurde in dem ersten Beispiele die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer (ohne Correction wegen der Breite) 2270,854 Toisen gefunden. Für die Breite des Gipfels 45° 50′ oder zunächst 46° ist der betreffende Faktor zur Correction 1 — 0,000099 = 0,999703. Wird

mit diesem die Höhe 2270,854 multiplizirt, so erhält man mittelst der Logarithmen 2270,17 Toisen als die dießfalls verbesserte Höhe des Berges über die untere Beobachtungsstation.

Im zweiten Beispiele ist die Breite 43°, folglich der betreffende Faktor nach der Tafel II (a) = 1 + 0,000198 = 1,000198. Wird mit diesem die Höhe 1339,88 multiplizirt, so erhält man (mittelst der Logarithmen) 1340,14 Toisen als die verbesserte Höhe des Pic über Tarbes; also genau, wie nach der Tafel II (b).

Im dritten Beispiele kann diese Anwendung nicht gemacht werden, weil der Monte Gregorio unter der Normalbreite liegt, also die dießfällige Correction = 0 ist.

§. 139. Die Tafeln des Herrn Littrow haben vor den anderen hypsometrischen Tafeln noch den eigenthümlichen Vorzug, daß man die Höhe eines Berges oder einer Station unmittelbar über der Meeresfläche mittelst derselben bestimmen kann, wenn man den Barometer- und Thermometerstand auch nur an der oberen Station allein beobachtet hat.

Denn für diesen Fall ist in den Gleichungen, welche die untere Station angehen (§. 136), A = 0, Diff. = 0 folglich $x' = 0$; daher $h = \beta\,\tau$ und die Höhe über der Meeresfläche oder

$$H - h = x + \frac{x}{100} \times \delta + \beta\,\tau' - \beta\,\tau.$$

In dem Beispiele §. 136 ist

$x + \frac{x}{100} \times \delta + \beta\,\tau'$ oder $H = 1509{,}0755$ und $\beta =$ $0{,}99\,\tau$; also $H - h = 1509{,}0755 - 0{,}99\,\tau$.

Es muß also zur Bestimmung von $H - h$ bloß der Werth für τ, oder der mit der Beobachtung an der oberen Station gleichzeitige fire Thermometerstand an der Meeresfläche bekannt seyn. Dieser (so wie der Thermometerstand im Freien) ist nach v. Lindenau $= t + 100 \times \frac{28{,}118}{b}$ und für dieses Beispiel = 17,39° gefunden worden (§. 118), mithin wird

$H - h = 1509{,}0755 - 17{,}39 \times 0{,}99$
$= 1509{,}0755 - 17{,}2161 = 1491{,}8594$ T.

und wenn wegen der geographischen Breite des Berges (wie §. 136) 0,26 hinzu addirt wird = 1492,1194 T.

Die Rechnung nach der Formel des Ramond gab im

§. 119 die Höhe 1492,4 Toisen. Die Bemerkungen über diese Höhenbestimmung sind bereits daselbst angeführt worden.

§. 140. Den allgemeinen Ausdruck für den gleichzeitigen Thermometerstand an der Meeresfläche $t + 100 \times \frac{28{,}118}{b}$ stellt Herr Littrow durch den einfachen Ausdruck $53 + t - 2\,b$ dar, in welchem t den Thermometerstand im Freien und b den nicht auf 0 reduzirten Barometerstand an der oberen Station bedeutet. Macht man davon in dem Beispiele Anwendung, und setzt für t den Thermometerstand im Freien auf dem Pic du Midi + 3,2, und für b den nicht auf 0 reduzirten Barometerstand 19,845 Z., so ist $\tau = 53 + 3{,}2 - 2 \times 19{,}845 = 16{,}51^\circ$ R.; folglich von dem Werthe 17,39° R. nach dem Ausdrucke des v. Lindenau nur um 0,88° R. verschieden. Darnach wird $H - h = 1509{,}0755 - 16{,}51 \times 0{,}99 = 1492{,}73$ und mit der Correction 0,26 wegen der Breite = 1492,99 Toisen.

C. Tafel des Herrn D'Aubuisson.

§. 141. D'Aubuisson berechnete nach seiner Formel §. 112 nachstehende kurze, einfache und leicht anwendbare Tafel, welche hinreichend ist, die Höhen der höchsten Berge auf der Erde zu berechnen. Zum Gebrauche derselben müssen die Barometerstände auf Centimeter und Hunderttheile der Centimeter, die Thermometerstände auf die hunderttheilige Scale reduzirt werden. Den Höhenunterschied erhält man in Metern, weil in der zum Grunde liegenden Formel der Coeffizient in Metern ausgedrückt ist.

Dem Barometerstande entsprechende Höhe über der Meeresfläche.

Barometerstand in Centimetern	Höhe in Metern	Differenz in Metern	Barometerstand in Centimetern	Höhe in Metern	Differenz in Metern
77	0	103	56	2541	141
76	104	104	55	2685	144
75	210	106	54	2831	146
74	317	107	53	2980	149
73	425	108	52	3132	152
72	535	110	51	3287	155
71	647	112	50	3445	158
70	760	113	49	3607	162
69	875	115	48	3772	165
68	992	117	47	3940	168
67	1110	118	46	4112	172
66	1230	120	45	4287	176
65	1352	122	44	4466	179
64	1476	124	43	4650	184
63	1601	125	42	4838	188
62	1728	127	41	5031	193
61	1858	130	40	5228	197
60	1990	132	39	5430	202
59	2124	134	38	5638	208
58	2261	137	37	5851	313
57	2400	139	36	6070	219

§. 142. Die Anwendung dieser Tafel läßt sich am leichtesten durch einige Beispiele verdeutlichen.

Erstes Beispiel. Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer und über dem Genfersee.

Obere Station.		Untere Station.
16,022 Z. P. M. oder 43,37 Cent. = b	Nicht reduzirter Barometerstand.	27,260 Z. P. M. oder 73,79 Cent. = B
+ 1,2° R. = + 1,5° C. = τ'	Fixes Thermometer.	19,2° R. = 24° C. = τ
— 2,3 R. = — 2,875° C. = t	Freies Thermometer.	22,6° R. = 28,25° C. = T

Der Gipfel des Berges liegt unter der geographischen Breite 45° 50′.

Man suche für die obere Station in der ersten Spalte der Tafel die ganzen Centimeter 43, und nehme aus der

Nebenspalte „Höhe“ die dazu gehörige Höhe 4650 und die in derselben Zeile in der mit Diff. bezeichneten Spalte vorkommende Differenz 184. Mit dieser multiplizire man die zwei Dezimalstellen des Barometerstandes 0,37; und ziehe das Produkt $184 \times 0,37 = 68,08$ von der bemerkten Höhe 4650 ab. Der Unterschied $4650 - 68,08 = 4581,92$ ist die vorläufige Höhe der oberen Station. Eben so suche man für die untere Station die ganzen Centimeter 73, bemerke die in der Spalte „Höhe“ nebenstehende Zahl 425 und die nebenstehende Differenz 108, multiplizire diese mit den Dezimalen des Barometerstandes 0,79; und ziehe das Produkt $108 \times 0,79 = 85,32$ von der bemerkten Höhe 425 ab. Der Unterschied $425 - 85,32 = 339,68$ ist die vorläufige Höhe der unteren Station über der Meeresfläche. Zieht man diese Höhe von der Höhe der oberen Station ab, so ist $4581,92 - 339,68 = 4242,24$ Meter die vorläufige Höhe der oberen Station oder H — h.

Nun geschieht die Correction dieser Höhe wegen der fixen Thermometerstände an beiden Stationen, indem man diese von einander abzieht, zu dem Unterschiede $24 - 1,5 = 22,5$ dessen Hälfte $\frac{22,5}{2} = 11,25$ addirt und die Summe $22,5 + 11,25 = 33,75$ von der vorläufig gefundenen Höhe 4242,24 abzieht. Der Unterschied 4208,49 ist die dießfalls verbesserte Höhe.

Wenn die Summe 33,75 das negative Zeichen hätte, so müßte sie addirt werden.

Die zweite Correction hat wegen der Luftwärme zu geschehen. Zu diesem Zwecke nehme man die Summe der freien Thermometerstände $28,25 - 2,875 = 25,375$; multiplizire diese mit 2, und dann das Produkt $25,375 \times 2 = 50,75$ mit $\frac{1}{1000}$ der bisher bestimmten Höhe, nämlich mit $\frac{4208,49}{1000} = 4,20849$, und addire das Produkt $50,75 \times 4,20849 = 213,581$ zur bereits bestimmten Höhe 4208,49. Die Summe 4422,071 ist die verbesserte Höhe.

Hätte die Summe 25,375 das negative Zeichen, so müßte das zuletzt erhaltene Produkt abgezogen werden.

Endlich macht man die dritte Correction wegen der Breite, wenn die höhere Station nicht unter 45° liegt. Zu diesem Zwecke ziehe man die Breite der höheren Station von 45° ab, also $45° - 45° 50' = - 50'$ oder $- \frac{5°}{6}$, multiplizire den Unterschied mit $\frac{1}{10000}$ der schon gefundenen Höhe

und addire das Produkt $-\frac{5}{6} \times 0{,}4422071 = -0{,}368$ zu der Höhe 4422,071. Die Summe 4421,703 ist die verbesserte Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer in Metern.

Bei einer Breite unter 45° hätte das letzte Produkt das Zeichen + und müßte ebenfalls addirt werden.

Werden 4421,703 Meter auf Toisen reduzirt, so ist $H - h = 2268{,}6$ T. über Sennebiers Zimmer, und 2281,6 T. über dem Genfersee.

Nach der Formel des D'Aubuisson (§. 113) wurde die letztere Höhe 2282,4 T. gefunden.

§. 143. Zweites Beispiel. Höhe des Pic du Midi über Tarbes.

Obere Station.		Untere Station.
19,845 P. Z. oder 53,72 Cent.	Nicht reduzirter Barometerstand.	27,170 P. Z. oder 73,55 Cent.
$+7{,}6^\circ$R. $= 9{,}5^\circ$C. $= \tau'$	Fixes Thermometer.	$14{,}9^\circ$R. $= 18{,}625$ C. $= \tau$
$+3{,}2^\circ$R. $= 4^\circ$C. $= t$	Freies Thermometer.	$15{,}3^\circ$R. $= 19{,}125^\circ$C. $= T$

Geographische Breite des Pic 43°.

Das Verfahren bei der Anwendung dieser Tafel läßt sich auf folgende Weise in allgemeine Ausdrücke bringen.

Heißt die vorläufige Höhe der oberen Station X der untern x, A, A' die Höhen nach der Tafel, Diff. × n, Diff. × n' die Produkte aus der Differenz nach der Tafel in die 2 Dezimalstellen der Barometerstände, so ist für die obere Station X = A — Diff. × n.

Eben so ist für die untere Station

x = A' — Diff. × n'

und X — x = A — Diff. × n — (A' — Diff. × n') (I)

Setzt man den Werth dieser Gleichung = M, so wird X — x = M.

Heißen die fixen Thermometerstände τ, τ' so ist die wegen der Ausdehnung des Quecksilbers verbesserte Höhe X' — x'

$$= M \mp \left(\tau - \tau' + \frac{\tau - \tau'}{2}\right) \qquad \text{(II)}$$

Setzt man den Werth dieser Gleichung = M' und die Thermometerstände im Freien T und t, so ist die wegen der Luftwärme verbesserte Höhe

$$X'' - x'' = M' \pm 2\,(T + t) \times \frac{M'}{1000} \qquad \text{(III)}$$

Und wenn dieser Werth = M″ angenommen wird, so ist nach der Correction wegen der Breite die verbesserte Höhe

$$H - h = M'' + (45 - \varphi) \times \frac{M''}{10000} \qquad \text{(IV)}$$

In diesem Beispiele ist für die obere Station

$X = 2980 - 149 \times 0{,}72 = 2872{,}72$

und für die untere Station

$x = 425 - 108 \times 0{,}55 = 365{,}60$

Folglich $X - x = 2872{,}72 - 365{,}60 = 2507{,}12$ (I)

II. $X' - x' = 2507{,}12 - 13{,}687 = 2493{,}433$

III. $X'' - x'' = 2493{,}433 + 46{,}25 \times 2{,}493433 = 2608{,}754$

endlich IV. $H - h = 2608{,}754 + (45 - 43) \times 0{,}2608754 = 2608{,}754 + 2 \times 0{,}2608754 = 2609{,}276$ Meter.

Werden die Meter auf Toisen reduzirt, so ist die Höhe des Pic über Tarbes 1338,7 Toisen. Die Formel im §. 113 gab die Höhe 1338,9 Toisen.

§. 144. **Drittes Beispiel.** Höhe des Monte Gregorio über Turin.

Obere Station.		Untere Station.
22,351 P. Z. oder 60,50 Cent.	Nicht reduzirter Barometerstand.	27,418 P. Z. oder 74,22 Cent.
8,4° R. = 10,5° C. = τ'	Fixes Thermometer.	15,9 R. = 19,875 C. = τ
7,9° R. = 9,875° C. = t	Freies Thermometer.	16 R. = 20 C. = T

Geographische Breite des Berges 45°.

Für dieses Beispiel ergiebt sich nach der Substitution der betreffenden Werthe für die obere Station,

$X = 1990 - 132 \times 0{,}50 = 1924$

und für die untere Station $x = 317 - 107 \times 0{,}22 = 293{,}46$

folglich $X - x = 1924 - 293{,}46 = 1630{,}54$ (I)

II. $X' - x' = 1630{,}54 - (9{,}375 + 4{,}687) = 1616{,}478$

III. $X'' - x'' = 1616{,}478 + 2\,(9{,}875 + 20) \times$

1,616478 = 1616,478 + 59,75 × 1,616478 = 1713,058 Meter.

Die Correction wegen der Breite findet hier nicht Statt, weil der Berg unter der Normalbreite liegt. Reduzirt man 1713,058 Meter auf Toisen, so ist die Höhe des Berges über Turin 878,9 Toisen. Die Formel im §. 113 gab diese Höhe 879 Toisen.

Wenn die Ausdehnung der Scale in die Rechnung gebracht werden soll, so geschieht dieses auf die nämliche Weise, wie im §. 133 gesagt wurde.

D. Ueber hypsometrische Tafeln anderer Physiker mit der Anwendung auf obige Beispiele.

§. 145. Es würde gegen den Zweck dieser Abhandlung seyn, alle hypsometrischen Tafeln umständlich anzuführen; wohl aber dürfte eine kurze Nachricht über die Einrichtung mehrerer anderer Tafeln, als jener des Oltmanns, Weisse, Jahn, Garthe, Winkler, so wie auch die Angabe der Resultate, welche man bei der Anwendung derselben auf die drei gewählten Beispiele erhält, am geeigneten Orte stehen, und jenen, welche diese Tafeln benützen, zur Vergleichung mit anderen Tafeln angenehm seyn.

Oltmanns berechnete nach seiner Formel (§. 110) vier Tafeln, bei deren Gebrauche die Barometerstände in Millimetern und die Thermometerstände nach der Scale des Celsius ausgedruckt werden müssen. Die Tafel I giebt die vorläufigen Höhen der Stationen in Metern; die Tafel II dient zur Correction dieser Höhen wegen der fixen Thermometerstände; die Tafel III enthält die Verbesserung der Höhe wegen der Breite und der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung, und die Tafel IV, welche jedoch sehr selten eine Anwendung findet, dient zur weiteren Correction wegen der Schwere in vertikaler Richtung, wenn nämlich die untere Station schon eine bedeutende Höhe über der Meeresfläche hätte. Die Correction der Höhe wegen der Luftwärme findet hier auf dieselbe Weise, wie im §. 142 Statt. Die Höhe erhält man in Metern, weil der Coeffizient der Formel in Metern ausgedrückt ist.

Nach diesen Tafeln ergiebt sich die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer 4430,56 Meter oder 2273,2 Toisen, folglich über dem Genfersee 2286,2 Toisen; des Pic du Midi über Tarbes 2609,68 Meter oder 1338,9 Toisen und die Höhe des Monte Gregorio über Turin 1713,84 Meter oder 879,3 Toisen.

Uebrigens ist die Einrichtung dieser Tafeln so beschaffen, daß sie sehr leicht angewendet werden können.

§. 146. Weisse berechnete nach der Formel des Oltmanns (§. 110) 4 Tafeln für die Barometerstände in Zollen und deren Hunderttheilen Par. M. und für die Thermometerstände nach R., C. und F. Die Tafel I giebt die vorläufige den Barometerständen entsprechende Höhe, die Tafel II enthält die Correction wegen der Quecksilberwärme im Barometer, die Tafel III die Correction wegen der Luftwärme und die Tafel IV die Correction wegen der Breite und wegen der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung. Die Höhe erhält man in Toisen, weil der Coeffizient der Formel auf Toisen reduzirt wurde.

Die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer ist nach diesen Tafeln 2171,78 Toisen, folglich über dem Genfersee 2284,78 Toisen; des Pic du Midi über Tarbes 1340,84 Toisen und des Monte Gregorio über Turin 880,42 Toisen. Uebrigens zeichnen sich auch diese Tafeln durch leichte Anwendbarkeit aus.

§. 147. G. Jahn berechnete hypsometrische Tafeln für die Barometerstände in Linien und deren Zehntheilen Par. M. und für die Thermometerstände nach der Scale des R.

Die Tafel I enthält die Briggischen Log. der Barometerstände mit 0,94077 multiplizirt, ein Nebentäfelchen dient zur Verbesserung dieser Logarithmen wegen der Quecksilbertemperatur im Barometer; die Tafel II giebt die Correction wegen der Luftwärme und die Tafel III die Correction wegen der Breite und der Abnahme der Schwere in vertikaler Richtung. Die Höhe erhält man in Toisen. Die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer findet man 2268,58 Toisen, folglich über dem Genfersee 2281,58 Toisen, des Pic du Midi über Tarbes 1339,5 Toisen, und des Monte Gregorio über Turin 879,3 Toisen.

Der Gebrauch dieser Tafeln setzt einige Kenntniß der logarithmischen Rechnung voraus.

§. 148. Die Tafeln des Benzenberg, welche für Zolle und Dezimal-Linien Par. M. und für die Thermometerscale des Reaumur berechnet sind, hat Garthe auf Zolle, Duodezimal-Linien und Hunderttheilen von Linien Par. M. reduzirt. Die Tafel I enthält für die Barometerstände die vorläufigen Höhen in Par. Fußen, nach II geschieht die Correction wegen der Quecksilberwärme im Barometer, nach III die Correction wegen der Luftwärme und nach IV die Berichtigung wegen der geographischen Breite. Die Höhen erhält man in Par. Fußen. Die Höhe des Montblanc kann

darnach nicht bestimmt werden, weil die Barometerstände nur bis 16 Z. 3 L. reichen.

Hingegen findet man die Höhe des Pic du Midi über Tarbes 8001,8 Par. F. oder 1333,6 Toisen und des Monte Gregorio über Turin 5253,85 Par. F. oder 875,64 Toisen.

Diese Tafeln stehen am Umfange und an der leichten Anwendbarkeit den vorigen nach.

§. 149. Herr Winkler gab den Tafeln des Benzenberg einen größern Umfang und reduzirte sie auf Wiener Zolle und deren Tausendtheile. Die Tafel I enthält die den Barometerständen entsprechenden vorläufigen Höhen mit Rücksicht auf die Schwere in vertikaler Richtung, II giebt die Correction wegen der Luftwärme, III die Correction wegen der Quecksilberwärme im Barometer, und IV die Berichtigung wegen der geographischen Breite. Die Höhen erhält man in Wiener Fußen. Nach diesen Tafeln ergiebt sich, wenn die Barometerstände (§§. 94, 95 und 96) auf Wiener Zolle reduzirt werden, die Höhe des Montblanc über Sennebiers Zimmer 13956,4 W. F. oder 2326 W. Kl. oder 2263,5 Toisen, folglich über dem Genfersee 2276,5 Toisen; die Höhe des Pic du Midi über Tarbes 8394 W. F. oder 1394 W. Kl. oder 1356,5 Toisen und des Monte Gregorio über Turin 5397,4 W. F. = 899,5 W Kl. oder 875,3 Toisen.

§. 150. Die Tafeln des Benzenberg, und eben so jene des Garthe und Winkler heißen Tafeln nach der Schichtenmethode, weil bei der Berechnung der Höhen mittelst dieser Tafeln die Atmosphäre nach der Höhe in Schichten eingetheilt gedacht wird, deren jede einer gleichen Quecksilbersäule im Barometer das Gleichgewicht hält. Benzenberg theilte die Atmosphäre in 2800 Schichten, deren jede mit eine Quecksilbersäule von $\frac{1}{100}$ Par. Zoll Höhe im Gleichgewicht steht. Winkler machte die Theilung in 3000 solche Schichten, deren jede einer Quecksilbersäule von $\frac{1}{100}$ W. Z. Höhe das Gleichgewicht hält. Er setzt das spezifische Gewicht des Quecksilbers bei dem Barometerstande 28 P. Z. und der Lufttemperatur 0 R. = 10494,9. Die mit der Quecksilbersäule im Gleichgewichte stehende Luftsäule müßte daher 10494,9mal höher oder 24488,3 Par. F. hoch seyn, (§. 8) wenn die Luft durchaus gleich dicht wäre, und eben so viel wägen, als die 28 Zoll hohe Quecksilbersäule wiegt. Nach diesem Verhältnisse würde die Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe so viel wägen, als eine Luftsäule von $\frac{24488,3}{28}$

= 874,6 P. Fuß Höhe. Wenn man also von der Station, wo das Quecksilber im Barometer 28 Par. Z. Höhe hat, um 874,6 P. Fuß aufwärts geht, so steht das Quecksilber 27 Par. Z. Nun ist nach dem oben angegebenen spezifischen Gewichte des Quecksilbers die Luftsäule von der Höhe 24488,3 Par. F. mit der Quecksilbersäule 27 Zolle im Gleichgewichte, folglich 1 Z. Quecksilber mit einer Luftsäule von $\frac{24488,3}{27}$ = 906,9 P. Höhe und wenn man von dem Orte, wo der Barometerstand 27 Z. ist, 906,9 P. F. steigen würde, so müßte das Quecksilber auf 26 Z. fallen. Nun sind 26 Z. mit der Höhe der Luftsäule 24488,3 Par. F. im Gleichgewichte, folglich 1 Z. mit einer Luftsäule von $\frac{24488,3}{26} = 941,8$ P. F. Höhe und wenn man um 941,8 P. F. steigen würde, so fiele das Quecksilber auf 25 Z. herab u. s. w. Die Luft würde somit von unten nach oben in die Schichten 874,6 Fuß, 906,9 Fuß, 941,8 Fuß u. s. w. eingetheilt, deren jede einer Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe entspricht. Bei dieser Abtheilung wird jedoch vorausgesetzt, daß jede Schichte durch ihre ganze Höhe gleich dicht sey, welches aber bei einer so großen Höhe der Schichten nicht der Fall seyn kann. Denkt man sich hingegen anstatt 28 Schichten, deren jede mit 1 Zoll Quecksilber im Barometer im Gleichgewichte steht, 2800 Schichten, so ist der Fehler wegen der Annahme der gleichen Dichte schon 100mal kleiner. Eine solche Schichte wäre mit $\frac{1}{100}$ Zoll der Quecksilberhöhe im Barometer im Gleichgewichte. Die den Quecksilberhöhen im Barometer entsprechenden Schichtenhöhen enthält gewöhnlich die erste Schichtentafel. Die übrigen Tafeln enthalten die Correction jener Höhen wegen des Einflußes der Wärme und der Breite des Ortes.

§. 151. Ueber andere im §. 128 genannte und auch vorliegende Tafeln bemerke ich bloß, daß die Tafeln des Englefied und Nixon für das englische Maß und die Thermometerscale nach Fahrenheit eingerichtet und deßwegen auf dem Continente weniger anwendbar sind. Die Tafeln des Biot sind für das metrische Maß berechnet, zur Bestimmung größerer Höhen aber nicht geeignet, weil sie nur den Umfang von 700 bis 765 Millimeter oder von 25 Z. 10,307 L. bis 28 Z. 3,121 L. P. M. haben. Für die Bestimmung minderer Höhen sind sie nicht zweckmäßig, weil man darnach nur die Höhe über Paris erhält. Die Tafeln des Gauß setzen die Fertigkeit in der logarithmischen Rechnung voraus, und sind deßwegen für viele nicht anwendbar.

E. Zuverläßigkeit der hypsometrischen Tafeln.

§. 152. Die Zuverläßigkeit der hypsometrischen Tafeln kann nach einem zweifachen Gesichtspunkte beurtheilt werden; entweder man vergleicht das Resultat aus den Tafeln mit dem Resultate jener Formel, nach welcher sie berechnet wurden, oder man vergleicht das Resultat aus den Tafeln unmittelbar mit dem Resultate der trigonometrischen Messung.

Zu dieser Vergleichung sind die Resultate aus den obigen hypsometrischen Tafeln und die Unterschiede von der trigonometrischen Messung, so wie die Unterschiede von den aus ihrer Grundformel abgeleiteten Resultaten in folgende Tafeln zusammengestellt.

I. Höhe des Montblanc über dem Genfersee, welche nach der trigonometrischen Messung von Tralles 2276,5 Toisen beträgt.

Berechnete Höhe		Unterschied von der trigonometrischen Messung		Unterschied von dem Resultate der Formel
nach der Tafel	in Toisen	in Toisen	in Theilen der trigon. gemessenen Höhe	in Toisen
1. v. Lindenau	2275,8	—0,7	1/3252	— 1,2
2. Littrow . .	2283,8	+7,3	1/312	— 0,1
3. D'Aubuisson	2281,6	+5,1	1/446	— 0,8
4. Oltmanns .	2286,3	+9,7	1/234	+ 1,7
5. Weisse . .	2284,8	+7,7	1/295	+ 0,3
6. Jahn . .	2281,6	+5,1	1/312	—
7. Garthe . .	—	—	—	—
8. Winkler .	2276,5	0	0	—

II. Höhe des Pic du Midi de Bigorre über Tarbes, welche Ramond auf 1340,6 Toisen trigonometrisch bestimmte.

Berechnete Höhe		Unterschied von der trigonometrischen Messung		Unterschied von dem Resultate der Formel
nach der Tafel	in Toisen	in Toisen	in Theilen der trigon. gemessenen Höhe.	in Toisen
1. v. Lindenau	1339,6	— 1,0	1/1340	0
2. Littrow . .	1340,1	— 0,5	1/2680	—0,16
3. D'Aubuisson	1338,7	— 1,9	1/705	—0,2
4. Oltmanns .	1338,9	— 1,7	1/788	—1,3
5. Weisse . .	1340,8	+ 0,2	1/6703	+0,6
6. Jahn . .	1339,5	— 1,1	1/1219	—
7. Garthe . .	1333,6	— 7,0	1/191	—
8. Winkler .	1356,6	+16,0	1/83	—

III. Höhe des Monte Gregorio über Turin, die nach der trigonometrischen Messung des D'Aubuisson 876,5 Toisen beträgt.

Berechnete Höhe		Unterschied von der trigonometrischen Messung		Unterschied von dem Resultate der Formel
nach der Tafel	in Toisen	in Toisen	in Theilen der trigon. gemessenen Höhe.	in Toisen
1. v. Lindenau	880,2	+3,7	1/237	+2,03
2. Littrow . .	879,9	+3,4	1/258	—0,1
3. D'Aubuisson	878,9	+2,4	1/365	—0,1
4. Oltmanns .	879,3	+2,8	1/313	—0,6
5. Weisse . .	880,4	+3,9	1/225	+0,5
6. Jahn . .	879,3	+2,8	1/313	—
7. Garthe . .	875,6	—0,9	1/974	—
8. Winkler .	875,3	—1,2	1/584	—

Das Zeichen + bedeutet über die trigonometrische Messung, das — unter derselben.

§. 153. Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß die Höhenmessung mit hypsometrischen Tafeln einen hinreichenden Grad der Genauigkeit gewähre, indem die Resultate aus denselben den Resultaten aus ihren Grundformeln so nahe kommen, daß in dieser Beziehung mehrere kaum etwas zu wünschen übrig lassen. Auch die Uebereinstimmung mit der trigonometrischen Messung ist befriedigend, indem, wenn man die Tafeln, deren dießfällige Abweichung über $\frac{1}{300}$ der trigonometrisch gemessenen Höhe beträgt, beseitiget, für die Höhe des Montblanc die Tafeln des Winkler, des v. Lindenau, des D'Aubuisson, des Littrow und des Jahn; für die Höhe des Pic du Midi die Tafeln des Weisse, des Littrow, des v. Lindenau, des Jahn, des Oltmanns und des D'Aubuisson, und für die Höhe des Monte Gregorio die Tafeln des Garthe, Winkler D'Aubuisson, Oltmanns und Jahn genügende Resultate liefern.

Es kann nicht unbemerkt bleiben, daß die Resultate der Formeln und der Tafeln in Bezug auf den Pic du Midi mit der trigonometrischen Messung mehr übereinstimmen, als in Bezug auf den bedeutend höheren Montblanc und auf den minder hohen Monte Gregorio. Vielleicht war die Beschaffenheit der Witterung durch die ganze Luftsäule zwischen dem Pic du Midi und Tarbes gleichförmiger oder der Zustand der Wärme und Feuchtigkeit der Luftsäule so beschaffen, daß er der Annahme der mittleren Wärme und Feuchtigkeit mehr entsprach. Ueber geringere Abweichungen gelten auch hier die im §. 125 vorkommenden Bemerkungen. Uebrigens darf man bei barometrischen Höhenmessungen allezeit genauere Resultate erwarten, wenn man sie öfter wiederhohlt und aus den erhaltenen Resultaten das arithmetische Mittel nimmt; so wie man bei Nivellirungen und trigonometrischen Messungen die Messung auch mehrmal wiederhohlen, und hieraus das arithmetische Mittel nehmen muß, wenn man der Wahrheit möglichst nahe Resultate erlangen will.

Da nach der Wahl der hypsometrischen Tafeln die berechnete Höhe verschieden ausfällt, so ist es zweckmäßig, bei der Angabe der berechneten Höhen die Tafeln zu nennen, welche man benützte, weil sich oft schon daraus manche Unterschiede aufklären würden.

F. Reduktion der Höhenmaße auf einander.

§. 154. Nach den hypsometrischen Formeln und Tafeln erhält man die Höhen der Berge und Ortschaften in Par. Fußen, in Toisen, in Metern, in Wien. Fußen, oder in Wien. Klaftern.

Meistens wird bei barometrischen Höhenmessungen das Par. Maß gebraucht, nur in Frankreich ist das metrische Maß und in England das englische Fußmaß das gewöhnliche. Die Verschiedenheit der Höhenmaße macht die Vergleichung der Höhen unmöglich, wenn man sie nicht früher auf das gleiche Maß reduzirt hat. Diese Reduktionen, wenn sie wiederhohlt vorkommen, sind nicht schwierig, aber wohl mühsam und zeitraubend. Ich habe daher für vorkommende Fälle die folgenden Tafeln berechnet, mittelst welcher durch eine bloße Addition die Höhe in einem Maße auf ein anderes der gebräuchlichsten Maße reduzirt werden kann.

Tafeln zur Reduktion der Höhenmaße auf einander.

I. Reduktion der Wien. Fuße auf Par. Fuß und der Wien. Klafter auf Toisen des Par. Maßes.

W.M.	P.M.	W.M.	P.M.	W.M.	P.M.	W.M.	P.M.
1	0,973	20	19,463	300	291,941	4000	3892,546
2	1,946	30	29,194	400	389,255	5000	4865,682
3	2,919	40	38,925	500	486,568	6000	5838,818
4	3,893	50	48,657	600	583,882	7000	6811,955
5	4,866	60	58,388	700	681,195	8000	7785,091
6	5,839	70	68,120	800	778,509	9000	8758,228
7	6,812	80	77,851	900	875,823	10000	9731,364
8	7,785	90	87,582	1000	973,136		
9	8,758	100	97,314	2000	1946,273		
10	9,731	200	194,627	3000	2919,409		

II. Reduktion der Par. Fuße auf Wien. Fuße und der Toisen auf Wien. Klafter.

P.	W.	P.	W.	P.	W.	P.	W.
1	1,028	20	20,552	300	308,282	4000	4110,420
2	2,055	30	30,828	400	411,042	5000	5138,025
3	3,083	40	41,104	500	513,803	6000	6165,630
4	4,110	50	51,380	600	616,563	7000	7193,235
5	5,138	60	61,656	700	719,324	8000	8220,840
6	6,166	70	71,932	800	822,084	9000	9248,445
7	7,193	80	82,208	900	924,845	10000	10276,05
8	8,221	90	92,484	1000	1027,605		
9	9,248	100	102,761	2000	2055,210		
10	10,276	200	205,521	3000	3082,815		

III. Reduktion der Meter auf Par. Fuße.

Met.	P.F.	Met.	P.F.	M.	P.F.	Met.	P.F.
1	3,078	10	30,784	100	307,844	1000	3078,444
2	6,157	20	61,569	200	615,689	2000	6156,888
3	9,235	30	92,353	300	923,533	3000	9235,332
4	12,314	40	123,138	400	1231,378	4000	12313,776
3	15,384	50	153,842	500	1538,422	5000	15384,220
6	18,471	60	184,707	600	1847,066	6000	18470,664
7	21,549	70	215,491	700	2154,911	7000	21549,108
8	24,628	80	246,276	800	2462,755	8000	24627,552
9	27,706	90	277,060	900	2770,600	9000	27705,996

IV. Reduktion der Meter auf Toisen.

Met.	Toisen	Met.	Toisen	Met.	Toisen	Met.	Toisen
1	0,513	10	5,131	100	51,307	1000	513,074
2	1,026	20	10,261	200	102,615	2000	1026,148
3	1,539	30	15,392	300	153,922	3000	1539,222
4	2,052	40	20,523	400	205,230	4000	2052,296
5	2,565	50	25,654	500	256,537	5000	2565,370
6	3,078	60	30,784	600	307,844	6000	3078,444
7	3,592	70	35,915	700	359,152	7000	3591,518
8	4,105	80	41,046	800	410,459	8000	4104,592
9	4,618	90	46,177	900	461,767	9000	4617,666

V. Reduktion der Meter auf Wiener Fuße.

Met.	W.F.	Met.	W.F.	Met.	W.F.	Met.	W.F.
1	3,164	10	31,635	100	316,353	1000	3163,532
2	6,327	20	63,271	200	632,706	2000	6327,065
3	9,491	30	94,906	300	949,060	3000	9490,597
4	12,164	40	126,541	400	1265,413	4000	12654,130
5	15,818	50	158,177	500	1581,766	5000	15817,662
6	18,981	60	189,812	600	1898,119	6000	18981,194
7	22,145	70	221,447	700	2214,473	7000	22144,727
8	25,308	80	253,083	800	2530,826	8000	25308,259
9	28,472	90	284,718	900	2847,179	9000	28471,792

VI. Reduktion der Meter auf Wiener Klafter.

Met.	W.Kl.	Met.	W.Kl.	Met.	W.Kl.	Met.	W.Kl.
1	0,527	10	5,273	100	52,726	1000	527,255
2	1,055	20	10,545	200	105,451	2000	1054,511
3	1,582	30	15,818	300	158,177	3000	1581,766
4	2,109	40	21,090	400	210,902	4000	2109,022
5	2,636	50	26,363	500	263,628	5000	2636,277
6	3,164	60	31,635	600	316,353	6000	3163,532
7	3,691	70	36,908	700	369,079	7000	3690,788
8	4,218	80	42,180	800	421,804	8000	4218,043
9	4,745	90	47,453	900	474,530	9000	4745,299

VII. Reduktion der englischen Fuße auf Wiener Fuße.

E.	P.	E.	P.	E.	P.	E.	P.
1	0,974	20	19,473	300	292,099	4000	3894,648
2	1,947	30	29,210	400	389,465	5000	4868,310
3	2,921	40	38,946	500	486,831	6000	5841,972
4	3,895	50	48,683	600	584,197	7000	6815,634
5	4,868	60	58,420	700	681,563	8000	7789,296
6	5,842	70	68,156	800	778,930	9000	8762,958
7	6,816	80	77,893	900	876,296	10000	9736,620
8	7,790	90	87,630	1000	973,662		
9	8,763	100	97,366	2000	1947,324		
10	9,737	200	194,732	3000	2920,986		

VIII. Reduktion der englischen Fuße auf Par. Fuße oder auch der englischen Zolle auf Par. Zolle.

E.	P.	E.	P.	E.	P.	E.	P.
1	0,948	20	18,953	300	284,299	4000	3790,648
2	1,895	30	28,430	400	379,065	5000	4738,310
3	2,843	40	37,906	500	473,831	6000	5685,972
4	3,791	50	47,383	600	568,597	7000	6633,634
5	4,738	60	56,860	700	663,363	8000	7581,296
6	5,686	70	66,336	800	758,130	9000	8528,958
7	6,634	80	75,813	900	852,896	10000	9476,620
8	7,581	90	85,290	1000	947,662		
9	8,529	100	94,766	2000	1895,324		
10	9,477	200	189,532	3000	2842,986		

IX. Reduktion der Toisen auf Meter.

Toisen	Met.	Toisen	Met.	Tois.	Met.	Tois.	Met.
1	1,949	9	17,541	80	155,923	700	1364,325
2	3,898	10	19,490	90	175,413	800	1559,229
3	5,847	20	38,981	100	194,904	900	1754,132
4	7,796	30	58,471	200	389,807	1000	1949,036
5	9,745	40	77,961	300	584,711	2000	3898,072
6	11,694	50	97,452	400	779,614	3000	5847,108
7	13,643	60	116,942	500	974,518	4000	7796,144
8	15,592	70	136,432	600	1169,422	5000	9745,180

X. Reduktion der Wiener Klafter.

W.Kl.	Met.	W.Kl.	Met.	WKl.	Met.	WKl.	Met.
1	1,896	9	17,069	80	151,729	700	1327,630
2	3,793	10	18,966	90	170,695	800	1517,291
3	5,690	20	37,932	100	189,661	900	1706,953
4	7,586	30	56,898	200	379,323	1000	1896,614
5	9,483	40	75,865	300	568,984	2000	3793,228
6	11,380	50	94,831	400	758,646	3000	5689,842
7	13,276	60	113,797	500	948,307	4000	7586,456
8	15,173	70	132,763	600	1137,968	5000	9483,070

Einige Beispiele können zur Erläuterung des Gebrauches dieser Tafeln dienen.

1. Es sollen 2058,6 Wien. Kl. auf Toisen reduzirt werden.

Man löse die Zahl in 2000 + 50 + 8 + 0,6 auf und entnehme dafür aus der Tafel I die Werthe, nämlich: 2000 = 1946,273; 50 = 48,657; 8 = 7,785; und 0,6

= 0,5839; deren Summe 2003,3 Toisen ist die gesuchte Zahl.

2. Es sollen 2003,3 Toisen auf Wien. Kl. reduzirt werden.

Man stelle die Zahl durch 2000 + 3 + 0,3 dar, und suche in der Tafel II die Werthe, nämlich: 2000 = 2055,210; 3 = 3,083 und 0,3 = 0,3083; deren Summe 2058,6 Kl. ist die gesuchte Zahl.

3. Es seyen 2058,6 Engl. Fuß auf Wien. Fuß zu reduziren.

Für die Zahlen 2000 + 50 + 8 + 0,6 Kl. giebt die Tafel VII die Werthe 1947,324 + 48,683 + 7,790 + 0,5842, und deren Summe 2004,4 ist die gesuchte Zahl.

Es bedarf keiner Erinnerung, daß man aus obigen Tafeln die Werthe für Zehntel, Hundertel, Tausendel erhält, wenn man die vorkommenden ganzen Zahlen von 1 bis 9 durch 10, 100 oder 1000 theilt. Man kann aber die Werthe für die Dezimalbruchtheile auch aus den betreffenden Tafeln §. 43 entnehmen. Z. B. Es sollen 3438,721 Meter auf Par. Fuße reduzirt werden.

Man stelle diese Zahl durch 3000 + 400 + 30 + 8 + 0,7 + 0,02 + 0,001 vor, und entnehme aus der Tafel III die entsprechenden Werthe, nämlich: 3000 Meter = 9235,332 Par. F., 400 Meter = 1231,378 Par. F., 30 Meter = 92,353 Par. F., 8 Meter = 24,628 Par. F.; 0,7 Meter = $\frac{21,549}{10}$ = 2,1549 Par. F.; 0,02 Meter = $\frac{6,157}{100}$ = 0,06157 Par. F. und 0,001 Meter = $\frac{3,078}{1000}$ = 0,003078 Par. F. Die Summe der gefundenen Zahlen 10585,91 Par. F. ist die gesuchte Zahl.

Pariser Fuße werden durch die Multiplikation mit 0,3248394; Wiener Fuße durch die Multiplikation mit 1,896614 und englische Fuße durch die Multiplikation mit 0,3047625 auf Meter reduzirt.

Pariser Fuße reduzirt man auf englische Fuße durch die Multiplikation mit 1,06578. Ein englischer Yard hat 3 englische Fuße. Die Fathom hat 2 Yards.

G. Höhen von Bergen, Ortschaften, Seen und Flüßen über der Meeresfläche.

§. 155. Viele Höhenpunkte auf unserer Erde sind bereits barometrisch oder trigonometrisch bestimmt, und von den Schriftstellern in Tabellen nach den Ländern geordnet, oder nach den Welttheilen, oder nach dem Zusammenhange der

Bergketten oder auch alphabetisch zusammen gestellt worden. Zu den reichhaltigeren Tabellen dieser Art gehören jene des Miltenberg, (die Höhen der Erde, Frankfurt 1815). Perrot, (Tableau comparatif des hauteurs des principales montagnes et lieux remarquables du globe, Paris 1826). Hallaschka, (Handbuch der Naturlehre, Prag 1825). Baumgartner, (Supplementband zur Naturlehre, Wien 1831). Gehler, (neu bearbeitetes physikalisches Wörterbuch, Artikel „Höhenpunkte"). Höchst merkwürdig wegen ihrer großen Anzahl und wegen ihrer Genauigkeit sind die trigonometrischen Höhenmessungen, welche der k. k. Generalquartiermeisterstab seit dem Jahre 1817 über den größten Theil der österreichischen Monarchie geliefert, und Baumgartner (Zeitschrift für Physik und Mathematik, B. 10 und Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, B. 1) bekannt gemacht hat. Diese Höhenbestimmungen sind äußerst scharf und verläßlich, da sie von 4 bis 6 Seiten um jede Höhe herum vorgenommen und dadurch kontrollirt worden sind. In den folgenden Tabellen sind die vorzüglichsten dieser Höhen angeführt, und zwar von Tirol und Vorarlberg alle, welche bestimmt wurden; von Salzburg und Kärnthen nebst vielen anderen Höhen alle jene, welche 1300 W. Kl. erreichen oder übersteigen; von Steyermark, Oesterreich, Krain und dem Küstenlande nebst vielen minderen Höhen alle jene, welche 1000 W. Kl. erreichen oder übersteigen; endlich von Mähren nebst minderen Höhen alle jene, welche 500 W. Kl. erreichen oder überschreiten. Auch kommen in diesen Tabellen die vorzüglichsten Höhen jedes Kreises dieser Provinzen vor. Ich reduzirte alle Höhen von W. Kl. auf Par. Fuße, um die Vergleichung mit anderen Höhen, welche gewöhnlich im Par. Fußmaße angegeben werden, zu erleichtern.

An die trigonometrisch bestimmten Höhen schließen sich die vorzüglichsten barometrisch bestimmten in den genannten Provinzen, in Böhmen und Schlesien, in den übrigen Ländern von Europa, dann auch in den anderen Welttheilen nach den Angaben der obgenannten Schriftsteller an. Ich wählte die alphabetische Ordnung, weil sich nach derselben jeder gesuchte Ort oder Berg leichter finden läßt.

Man pflegt die Höhe der Berge und Ortschaften auch graphisch, auf den sogenannten Höhenkarten darzustellen. So interessant und nützlich diese Darstellungen an sich sind, so können sie wegen der großen Menge der schon bestimmten Höhen nur vom beschränkten Inhalte seyn, sobald sie sich über einen größeren Theil der Erde ausdehnen sollen.

Höhen in Tirol und Vorarlberg.

a. Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landesvermessung.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Alpele, hohe, südöstlich von Dornbirn .	771,26	4503,25
Baldo Monte, südwestlich von Brentonico	1158,15	6762,23
Birkenkogel, südwestlich von Stams . .	1487,92	8687,70
Bondon Monte, südwestlich von Trient	1148,0	6702,96
Canisfluhe, nordwestlich von Au . . .	1076,27	7284,15
Caren Monte, nördlich von Bragolino .	1029,77	6012,64
Cima Dodici, südlich von Borgo di Valsugana	1231,42	7190,03
Corno di Frerone, südwestlich von Boaz	1408,89	8226,25
Danzewelle-Kopf, östlich vom Etschursprunge	1657,07	9675,33
Edelsberg, nordöstlich von Jungholz . .	856,72	5002,23
Fellhorn, nordöstlich von Erpfendorf .	922,86	5382,41
Feuerstädter-Berg, östlich von Siefertsgföll	865,69	5054,61
Flirsch, Pfarrthurm *)	605,38	3534,71
Frastanzer-Sand, westlich von Frastanz	858,13	5010,46
Fundelkopf, nordwestlich von Brand . .	1262,58	7371,97
Fürst, hoher, nördlich von Plan . . .	1792,13	10463,91
Gant-Kofel, westlich von Botzen . .	980,67	5725,96
Gazza Monte, nordwestlich von Trient	1097,57	6408,51
Geishorn, südwestlich von Tannheim .	1181,90	6900,90
Gilferts-Berg, südöstlich von Weerberg	1317,79	7694,33
Gimpel-Berg, nordöstlich von Nesselwang	1146,98	6872,16
Glockthurm, südlich vom Kaiserjoch . .	1763,13	10294,59
Glungeser-Berg, östlich von Patsch . .	1407,30	8216,96
Gurtis-Spitz, südlich von Gurtis . .	934,63	5457,13
Hatscheroe-Wand, südwestlich von Laas	1673,88	9773,48
Hienerspiel, östlich von Gossensaß . .	1427,68	8335,96
Hirschfeng-Berg, östlich von Reutte . .	1001,44	5847,23

*) Wenn die Höhe eines Thurmes oder einer Thurmspitze genannt wird, so hat man die Höhe nicht auf die Spitze, sondern auf die Grundfläche zu beziehen, weil die Signalhöhe über dem natürlichen Boden schon abgezogen wurde.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Hocheder-Berg, südlich von Pfaffenhofen	1471,27	8590,49
Hochgerach-Berg, nördlich von Landeck	1032,34	6027,65
Hochstrassen-Berg, südöstlich von Landeck	1039,94	6072,02
Hochvogel, östlich von Obersdorf . . .	1361,25	7948,10
Höchst, Pfarrthurmspitz	231,59	1352,21
Ifingerspitz, östlich von Meran . . .	1342,87	7840,78
Imst, Pfarrthurm	434,59	2537,50
Innsbruck, Pflaster vor der Universitäts-Kirche	302,61	1766,88
Juifenberg, westlich von Achenthal . .	1039,62	6070,15
Kaiserjoch, östlich von Radunschel . .	1638,98	9569,70
Kalis-Berg, nordöstlich von Trient . .	576,23	3364,50
Kalten-Berg-Ferner, nördlich vom Pflum-thale	1526,44	8912,61
Kleinkreuzspitz, nördlich von St. Leon-hard	1325,40	7738,76
Kothbachspitz, nordwestlich von Luetasch	1354,28	7907,40
Königswand, östlich vom Ortler . . .	2033,23	11871,66
Kumen-Berg, nordwestlich von Götzis .	349,23	2039,11
Labachspitz, westlich von Partsins . .	1627,65	9503,55
Lagorei-Berg, Cima di Lagorei, südlich von Tesero	1377,07	8040,47
Lustenau, Fuß des Pfarrthurms . . .	210,89	1231,34
Mittagsspitz, südlich von Mellan . .	1101,94	6434,03
Muttenjoch, nördlich von Oberberg . .	1307,04	7631,57
Muttekopf, nordwestlich von Imst . .	1459,30	8520,60
Nikolsdorfer Alpe, siehe Schmaßkofel.		
Ortlerspitz	2058,60	12019,79
Padaunerkogel, südöstlich von Gries . .	1087,60	6348,43
Pasubio, oder Cima Cofel alto, am Ur-sprunge der Val Ansa	1179,50	6886,87
Patscherkofel, östlich von Patsch . . .	1182,95	6907,03
Pfender-Berg bei Bregenz	559,15	3264,78
Pflimspitz, südlich von Laatsch	1637,10	9558,73
Pitzlat-Berg, nördlich von Nauders . .	1472,19	8595,86
Pizzog Monte, westlich von Mis . . .	1151,14	6721,29
Plose-Berg, östlich von Brixen . . .	1315,50	7680,97
Reichespitz, südlich von Gerlos . . .	1556,67	9089,12
Remmspitz, nördlich von Laas	1689,34	9863,74
Rettenstein, großer, nordöstlich von Neu-kirch	1159,04	6767,41

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Roen-Berg, nordwestlich von Tramin .	1112,39	6495,04
Rothe Wand, östlich von Bludenz . .	1421,85	8301,94
Saile-Berg, nordwestlich von Telfes .	1264,54	7383,41
Salve, hohe, bei Hopfgarten	959,47	5602,17
Scanupia Monte, nordöstlich von Caliano . . :	1123,70	6561,54
Schafberg, nördlich von Klösterle . .	1410,28	8233,21
Schleyerberg, südlich von Flersch . .	1164,34	6798,36
Schlernberg, östlich von Vels . . .	1349,08	7877,03
Schmaßkofel, oder Nikelsdorfer Alpe, nordöstlich von Nikelsdorf	1214,89	7093,52
Schröfwand, östlich von unser Frau . .	1521,16	8881,78
Schwarzhorn, südwestlich von Tschuguns	1295,26	7562,78
Schweinserjoch, am Ursprunge des Schnalserthales	1973,34	11521,97
Seegrubenspitz	1193,90	6971,00
Selva piana Monte, westlich von Salò	508,13	2966,88
Similaunspitz, im Schnalserthale . . .	1904,13	11117,86
Solferino, Thurmspitze	122,12	713,03
Sollstein, kleiner, nordwestlich von Innsbruck	1336,33	7802,60
Sonnenwendjoch, hinteres, westlich von Kufstein	1039,92	6071,90
Sonnjoch, westlich von Pertisau . . .	1293,01	4549,64
Spianjoch, im Pernauerthale	1545,22	9022,26
Spitznerjoch, südwestlich von Pancraz .	1273,22	7434,09
Spitzstein, südwestlich von Aschau . . .	836,36	4883,35
Stanskopfjoch, nordwestlich von Patnue	1449,73	4864,72
Steinwand, nördlich von Luggau . .	1317,91	7695,03
Stilfsserjoch, östlich von Sterzing . .	1271,91	7426,44
Sulzberg, Grund des Pfarrthurms . .	532,65	3110,05
Telfs, Markt, Pfarrthurm	329,87	1926,05
Trefauer Kaiser, nördlich von Ellmau .	1220,05	7123,65
Trient, Thurmspitze von Maria maggiore	129,29	754,89
Vernumspitz, nordwestlich von Burgeis .	1483,41	8861,37
Villanders-Berg, westlich von Clausen .	1320,96	7712,86
Waitzfeld-Ferner, am Ursprunge des Sulzthales	1743,57	10180,38
Waldrasterspitz, höchste, nordwestlich von Matrey	1428,67	8341,76
Waneckberg, an der Quelle der Loysach	1311,34	7656,69

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Wiedersbergerhorn, südlich von Reittl .	1117,57	6525,29
Wiederstein-Berg, nördlich von Grumbach	1333,65	7786,95
Wandkopf, hoher	926,38	5409,0
Wildegradkogel, nordöstlich von Umhausen	1564,27	9133,49
Wildspitz-Ferner im Pitzthale	1985,28	11591,68
Winterstaude, nordöstlich von Bezau .	986,27	5758,64
Wörzelspitz, östlich von Ebnit. . . .	962,35	5618,98
Zangenberg, nördlich von Tesero . . .	1311,69	7658,73
Ziethenkopf, nordöstlich von Nikelsdorf .	1307,01	7631,39
Zunderkopf, nordwestlich von Hall . .	1033,19	6032,61

b. Barometrisch bestimmt von Fallon, v. Buch, Graf Sternberg, Walcher, Wahlenberg u. A.

Achensee		2849 2919
Ala		3154
Avio		476
Biscota Alpe		4451
Bodensee		1089 1164
Bozen		1074 1094
Brandjoch		7423
Brenner-Berg		6360
„ Posthaus		4374
„ See		4126
Brixen		1791 1903 (?)
Brunecken		2610
Burgo di Bolca Monte		2967
Burgo di Velo Monte		3978
Canazai, Dorf am Abhange der Vedret. Marmol.		4582
Capatsch Alpe		7088
Carfuß		4847

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in P. Fuß.
Cembra	1816
Cima del Craste	7664
Clausen	1767
Col de Braun	4727
Col di Barchi	4322
Cortina	3775
Drau=Quelle	3680
Ellmau	2683
La Finestra Monte	6618
Finstermünz=Paß	2808
Kaiser Ferdinands=Berg	4163
Frauhüt=Berg	6492
Gadria=Berg	9036
Gleiersspitz	6000
Glurns	2586
Grödnerjoch	6608
Hall	1718 1774 (?)
Hochfilzen, Dorf	2982
Hochtschernoi=Wand	11645
Höhlenstein, Wirthshaus	4461
Kollmann	1616
Kreuz=Berg, zwischen Tirol und dem Venetianischen	5102
Laaserspitz	7885
Lavaron, Dorf	3786
St. Leonhard	2134
Liser Monte	5134
Mals	3105
Martinsbruck	2993
Matrey	3201 3228
Meran	896
Monte maggiore	6858
Nago altissimo	6395
Nauders	3908
Neumarkt	818
Oberberg	4803
Penzengraberspitze	6624
Pian=Wirthshaus	4872 4894

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in P. Fuß.
Plateau-Folgaria, höchster Punkt	3786
Plateykogel	9756
Predazzo	3198
Primolano	727
Reschen, Scheideck	4312
Rienz-Quelle	4871
Rumerjochgipfel	7082
Sattels-Berg	6637
Salzberg-Gipfel	4949
Scheiberkofel	7627
Schnee-Berg bei Sterzing	7764
Schnee-Chor-Kesselspitz	7478
Schwatz	1630 1705
Sollstein, großer	9106
Spingeser Ochsenboden, Gipfel	7248
Spitze zwischen Satteln und Seegruben . . .	7068
Steinach	3920
Sterzing	2920
Stilfserjoch, neue Straße nach Bormio, trig. .	8610
Tauffenjoch	6571
Taurerjoch	6551
Tirol, Schloß	2060
Toblach	3902
Toblacherfeld	3915
Tomba Monte	5590
Vedretta Marmolatta	10800
Viola Monte	2695
Waldkamm, hohe	5490
Wormserjoch-Alpe	7688
Wormserjoch, neue Straße, siehe Stilfserjoch.	
Wörgel	1831 (?)
Zell im Zillerthale	1615

Höhen in Salzburg.

a. Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landes-vermessung.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Abtenau, Kirche	375,26	2291,07
Achberg, östlich von Unken	695,82	4062,77
Alpriedhorn, westlich von Werfen . .	1239,12	7235,0
Ankogel, Gletscher, südöstlich von Böckstein	1715,29	10011,27
Arche, große, südöstlich von Niedersill .	1292,30	7545,50
Armsdorf, Kirche	237,01	1383,86
Bernkogel bei Rauris	1225,73	7156,81
Birchhorn, nordwestlich von Saalfelden	1387,67	8102,35
Bleikogel, südwestlich von Abtenau . .	1270,56	7418,57
Bleislingkail, südlich von Untertauern .	1317,99	7695,50
Brennkogel (Brennhorn) südwestlich von Rauris	1590,10	9284,30
Buchberg bei Werfen, Thurmspitze . .	388,67	2269,37
Embach, Kirche	534,29	3119,62
Fellhorn bei Waidring	925,66	5404,76
Gaisberg, östlich von Salzburg . . .	678,82	3963,51
Gamskahrkogel, östlich von Hofgastein .	1272,33	7428,90
Gamskogel bei Hofgastein	1299,73	7588,88
Geißstein bei Mittersill	1245,14	7270,15
Gernkogel bei Wald	1192,43	6962,38
Glingspitz, oder Prettenhorn bei Hüttschlag	1281,91	7484,84
Göll, hoher, westlich von Golling . .	1328,30	7755,70
Göll, kleiner, „ „ „ . .	923,71	5393,37
Graukogel, südöstlich von Badgastein .	1313,43	7668,88
Großeck bei Fehl	1278,15	7462,88
Guglspitz, nördlich von Zederhaus . .	1354,67	7909,67
Gurpetscheck, nordöstlich von Tweng .	1330,90	7673,67
Hifelwand bei Lofer	955,81	5580,80
Hinterhorn, südwestlich von Lofer . .	1320,09	7707,77
Hinthalspitz, südlich von Krimmel . .	1559,49	9105,58
Hirschkopf bei Rauris	1187,13	6931,44
Hocheck bei Eschenau	932,63	5445,46
Hocher Aar (Naar), Gletscher, südwestlich von Bucheben	1718,21	10026,31
Hochzink, höchste Spitze des steinernen Meeres, nordöstlich von Saalfelden	1397,57	8100,16
Höllwandspitz bei Schwarzach	1198,05	6995,20

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Hundfeld, östlich von Obertauern . .	1270,20	7416,47
Hundstein bei Tarenbach	1116,27	6517,69
Innbachhorn, westlich von Fusch . . .	1302,08	7602,69
Kalchspitz, südlich von Mandling . . .	1294,57	7758,76
Kallersberg bei Golling	1238,82	7233,24
Kammerkahr bei Waidring	982,70	5737,81
Kammerlinghorn, bei Oberweisbach . .	1309,25	7644,47
Kilnprein bei Kendelbruck	1270,85	7420,26
Kitzsteinhorn, südwestlich von Kaprun .	1684,43	9835,08
Körndlberg bei Wald	1284,70	7501,13
Koreck, nördlich von Steinwandeck . .	1306,65	7629,29
Kramkogel beim Dorfe Gastein . . .	1293,03	7549,77
Kraxenspitz bei Kleinarl	1283,29	7492,90
Kreuzhöhe, nördlich von Lössach . . .	1338,30	7814,19
Lerchwand bei Niedersill	1258,50	7347,99
St. Michael, Pfarrkirche	563,67	3291,16
Moserwandl, südwestlich von Flachau .	1412,79	8249,03
Mühlhauserhöhe bei Thomathal	1166,78	6812,62
Nussigkogel, südwestlich vom Großglockner	1572,16	9179,56
Oberecking, Kirche	219,88	1283,83
Oberhofen bei Seekirchen	317,85	1855,87
Pihapperspitz, südlich von Mittersill . .	1324,20	7731,76
Plattenkogel bei Krimmel	1070,20	6248,70
Pleißnitzkogel, südlich von Zederhaus .	1336,26	7802,70
Praghorn bei Oberweisbach	1128,57	6589,51
Radstadt, Pfarrthurm	451,42	2635,76
Radstädter-Tauern, Freythof an der Straße	916,58	5351,74
Rathhausberg (Kreuzkogel) bei Böckstein	1414,84	8261,0
Rauchzagelkopf, oder Leitenkogel, zwischen Ketschach und Großarl	1282,75	7489,74
Raucheck nordöstlich von Werfen . . .	1280,36	7475,89
Riffelkopf bei Werfen	1188,02	6936,63
Röthelstein bei Mühlberg	1246,26	7276,69
Röttenstein bei Filzmoos	1181,85	6900,61
Salzachkopf, nordwestlich von Wald . .	1298,82	7583,57
Salzburg, Platzel am Fürstenbrunn in der hohen Festung	286,41	1672,29
Sattel-Berg, nordöstlich von Tamsweg	945,98	5523,41
Saukahr bei Großarl	1077,58	6291,79
Schaf-Berg, zwischen Atter-, Mond- und Wolfgang-See	938,38	5479,03

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Schafkahrkogel, westlich von Bucheben .	1436,47	8387,29
Schareck, südwestlich von Tweng . . .	1299,54	7587,78
Schattbergkopf bei Saalbach	1103,82	6444,90
Scheibelberghöhe, südöstl. von Mittersill	1288,56	7523,67
Scheideck bei Dunten	902,37	5268,77
Schlachter-Tauern, südlich von Krimmel	1445,90	8442,45
Schmiedenhöhe bei Zell	1035,20	6044,34
Schneeberg, ewiger, bei Werfen . . .	1549,75	9048,71
„ „ kleiner, bei Mühlbach . .	1011,14	5903,86
Schwarzkopf, südwestlich von Rauris .	1457,97	8512,82
Seekahrspitz, südöstlich von Untertauern	1238,67	7232,37
Silberpfenning (Erzwiese), südwestlich von Anger	1369,48	7996,14
Sonntagshorn, nordwestlich von Unken .	1034,71	6041,48
Speiereck, nördlich von St. Michael .	1269,94	7414,95
Spielberghorn bei Leogang	1076,60	5756,88
Stegerkau	1312,0	7660,53
Stubnerkogel bei Hofgastein	1183,56	6910,49
Tagweide, südlich von Abtenau . . .	1121,58	6548,73
Tamsweg, Pfarrkirche	538,57	3144,61
Tauerkogel, zwischen Mittersill und Windischmatrei	1571,30	9174,54
Teufelsmühle, kegelartige Spitze bei Uttendorf	1316,69	7687,91
Thorstein, oder Dachstein, Grenzpunkt mit Oesterreich und Steiermark . .	1552,22	9063,13
Thumbachhorn, westlich von Unken . .	933,70	5451,70
Türkelwand, westlich von Hofgastein .	1357,60	7926,78
Tristkopf, zwischen Werfen und Golling	1110,61	6484,65
Untersberg, am hohen Thron	977,38	5706,74
Venedigerspitz, Gletscher	1937,06	11310,14
Watzmann, höchste Spitze in Baiern .	1429,80	8348,34
Weißeck, westlich von Zederhaus . . .	1428,86	8342,87
Weißeneck, westlich von Tweng . . .	1350,14	7883,22
Wiesbachhorn, südwestlich von Fusch .	1886,28	11013,65
Wildkogel bei Bramberg.	1171,75	6841,63
Wieselsteinkopf, Spitze des Tännengebirges südöstlich von Golling	1211,39	6073,08
Wildskahrkogel bei Saalbach	1005,81	5872,74
Zinken, hohe, nördlich von Abtenau . .	928,55	5421,63
Zirnkogel, nordöstlich von Niedersill . .	1166,66	6811,91

b. Barometrisch bestimmte Höhen.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Böckstein	3384
Bundschuh, die Bergstube	5148
Flachau	2950
Fundensee	4100
Fuschelsee	1967
Gastein, Wildbad	2939
„ Markt	2718
Gerloswand in Pinzgau	6621
Gerlosstein-Alpe in Pinzgau	5811
St. Gilgen	1687
Golling	1386
Goldeck	2200
Großarl	2655
Hallein	1346 1453
Hohenstaufen, Berg	5520
Hüttschlag	2938
Hüttau, Dorf	1975 2058
St. Johann in Pongau	1839
Katschberg, Paß nach Kärnthen	4895
Langsee	7029
Laufen	1275
Leogang, Schmelzhütte	2715
Lend, Dorf	1989
Lofer, Dorf	1750
Lueg, Paß	1460
St. Margarethen	3178
Mattsee	1779
Mittersill in Pinzgau, Dorf	2381
Naßfeld	4626
Neukirchen in Pinzgau	2555
Neumarkt	1875
Pinzgauerhöhe	4457
Preber, Berg in Lungau	8610
Prebersee	4594
Rauris, Dorf	2811
„ Goldberg	7668

Name der Station.	Höhe über der Meeres=fläche in P. Fuß.
Rauriser=Tauern, oder hohes Thor	8805
Salzburg, Kapuziner=Berg	2122
„ Mönch=Berg	1900
Salzberg bei Hallein	3232
Salzach=Quelle	4439
Saalfelden	2022
Tarenbach	2145
Tweng, jenseits des Radstädter=Tauern . . .	3491
Unken, Dorf	1990
Unter=Tauern, Post	2838
Waging	1356
Werfen, Markt	1532 1639
Zell am See in Pinzgau	2380

Höhen in Kärnthen.

a. Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landesvermessung.

K. K. bedeutet den Klagenfurter Kreis.
V. K. » » Villacher Kreis.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Althofen, Pfarrkirchthurm, K. K. . .	374,27	2185,29
St. Andre Stadtthurm St. Loretto, K. K.	239,75	1399,86
Angerlberg bei Reichenfels, K. K. . .	938,03	5476,99
Auerling, Grenzberg zwischen Kärnthen und Steiermark	762,57	4452,61
Bärofen, östlich von Kam, K. K. . .	904,41	5280,69
St. Benedict, bei Winklern, Thurm, V. K.	735,20	4292,70
Beling-Berg bei Griffen, K. K. . .	922,69	5387,42
Bley-Berg, nördlich von dem Dorfe Bleiberg, V. K.	850,81	4968,31
Bergkogel bei Breiteneck, K. K.	846,54	4942,79
Bresner-Alpe bei Reichenfels, K. K. .	987,13	5763,67
Calvarien-Berg, westlich von Klagenfurt	307,41	1794,91
St. Daniel, Kirchthurm, V. K.	372,29	2173,73
Dorferecken, Berg bei Griffen, K. K. .	908,27	5303,22
Dornbacher-Alpe, nördlich von Hünnerberg, V. K.	1270,07	7415,71
Eck, Kirchthurm, V. K.	334,57	1953,49
Eck, böses, Berg bei Außer-Fragant, V. K.	1494,13	8723,95
Faschaunerock beim Malta-Berg, V. K.	1468,81	8576,11
Findelkahr, nordwestl. von Malta, V. K.	1272,75	7431,36
Feistritz, Kirchthurm, V. K.	283,50	1655,30
St. Florian, Wallfahrtskirche bei Straßburg, K. K.	551,06	3217,54
Fleischbankriegel bei Grades, K. K. .	956,13	5582,67
Forstalpe bei Wolfsberg, K. K. . . .	1066,0	6224,18
Findelkahr bei Malta, K. K.	1272,75	7431,36
Fresach, Kirchthurm, V. K.	386,83	2258,63
Fornat, Kirche des Dorfes, V. K. . .	548,35	3201,71
Friesach, Stadt, Pfarrthurm, K. K. .	333,61	1947,89
Gameritz, hoher, bei Krems, V. K. .	1153,58	6735,54
Gamskahrspitz, nördlich von Mallnitz, V. K.	1491,21	8706,90
Gartnerkofel bei Pontafel, V. K. . .	1155,16	6744,77

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Geiselkopf, Gletscher, nordöstlich von Inner-Fragant, V. K.	1565,11	9138,39
St. Georg bei Dantschach, Kirchthurm, V. K.	382,99	2236,21
St. Georg bei Eberndorf, Thurmspitze, K. K.	337,41	1970,08
Gerlitzen-Alpe bei Treffen, V. K. . .	1004,58	5865,56
Glantschach, Thurm, K. K.	372,47	2174,78
Goaschnik bei Mörtschach, V. K. . .	1147,45	6699,75
Goldberg, Gletscher, nordwestlich von Inner-Fragant, V. K.	1549,76	9048,77
Griedelkopf, südlich von Stall, V. K. .	1366,13	7976,59
Grauenbüchel bei Steinfeld, V. K. . .	1155,09	6744,36
Großglockner, Gletscher, V. K. . . .	1998,51	11668,93
Gurnitz, Dorf, Kirchthurm, K. K. . .	256,72	1498,94
Hafnerspitz, Gletscher, nördlich von Malta, V. K.	1614,11	9424,50
Haker, östlich von Breiteneck, K. K. .	751,36	4387,05
Heiligen Blut, Calvarien-Berg, V. K.	751,07	4385,36
Hochstadel-Berg, siehe Unholde.		
Hema, Thurmspitze, K. K.	454,08	2651,29
Hochtrischten bei Drasnitz, V. K. . .	1334,43	7791,29
Herzogberg bei Klagenfurt	285,33	1666,10
Hirscheck, Berg, nördlich von Breiteneck, K. K.	891,49	5205,25
Hochalpenspitz, nordwestl. von Malta, V. K.	1376,99	8040,0
Hohenwarth bei St. Leonhard, K. K. .	957,45	5590,38
Hünerberg, nördlich von Lehndorf, V. K.	1364,33	7966,08
Hühnerkogel bei Drauburg, K. K. . .	800,31	4672,86
St. Jakob, Kirchthurm, V. K. . . .	503,66	2940,78
Jaukenberg bei Döllach, V. K. . . .	1183,75	6911,70
St. Joseph, Kirchthurm bei St. Paul, K. K.	367,79	2147,46
Juckbühel bei Drauburg, V. K. . . .	993,55	5800,89
Kam, Kirchthurm, K. K.	623,63	3641,26
Koreck, siehe Steinwandeck.		
Kampeleck, nördlich von Kollmitz, V. K.	1327,19	7749,22
Kienberg, oder Kirchberger Alpe bei Wolfsberg, K. K..	1076,46	6285,24
Klagenfurt, Pfarrthurm, K. K. . . .	236,85	1382,92
Kleinalpe bei St. Georgen, K. K. . .	922,86	5388,41
Klenitzen, Berg, westlich von Außer-Fragant, V. K.	1284,58	7500,43
Klomock bei St. Oswald, V. K.. . .	1226,28	7160,02

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Königsberg, nördlich von Raibel, V. K.	1007,79	5884,30
Köpfach, Berg bei Wolfsbach, V. K. .	994,04	5998,65
Kötschach, Kirchthurm, V. K. . . .	382,73	2234,69
Kok, Berg bei Ukowitz, V. K. . . .	1022,28	5968,91
Kolmitzen, nordwestl. von Stall, V. K.	1338,73	7816,60
Koralpe, südöstlich von Wolfsberg, K. K.	1126,60	6578,01
Kreuzeck, nördlich von Greifenberg, V. K.	1422,37	8304,96
Kruken, Berg, westlich von Sirmitz, K. K.	991,34	5788,25
Kreuzkopf, südlich von Heiligen Blut, V. K.	1312,24	7661,93
Kusterberg, südwestlich von Grades, K. K.	780,88	4559,42
Lainach, Dorf, V. K.	453,64	2648,72
Lasarnspitz bei Naplach, V. K. . . .	1220,64	7127,09
Laisacherspitz, nördlich von Lugau, V. K.	1416,32	8269,64
Lisna, Thurm, K. K.	336,45	1964,47
St. Leonhard, Stadt-Kirchthurm, K. K.	383,67	2240,18
Luschari, Berg, südwestl. von Saifnitz, V. K.	941,06	5497,83
St. Magdalena, Kirchthurm, K. K. .	555,31	3242,35
Magdalenenberg bei Lavamünd, K. K. .	533,83	3116,93
Marekahrspitz, nordwestl. von Malta, V. K.	1485,56	8673,91
St. Margaretha, Kirchthurm, K. K. .	555,31	3242,35
Mariahilf, nördlicher Kirchthurm, K. K.	478,97	2796,62
Maria Saal, Berg bei Hrastowitz, K. K.	389,61	2274,86
Mauten, Kirchthurm, V. K.	378,97	2212,74
Mautner Alpe, V. K.	937,54	5474,13
Minsfeldeck, westlich von St. Peter, V. K.	1398,87	8167,75
Mittagskofel bei Malborget, V. K. . .	1098,82	6415,81
Mittagsspitz, südwestlich von Unter-Fragant, V. K.	1282,22	7486,65
Monte Paralba, südlich von Luggau, V. K.	1416,30	8269,52
Mühlstädter Alpe bei Mühlstadt, V. K.	1100,07	6423,11
Obir, Berg, westlich von Kappl, K. K.	1125,13	6569,43
Osternik bei Vorderberg, V. K. . . .	1069,48	6244,50
St. Oswald bei Villach, Kirchthurm .	508,77	2960,62
St. Paul, Stiftthurm, K. K.	211,27	1233,66
Petererkogel bei St. Leonhard, K. K. .	968,32	5653,84
Petzeck, nordwestlich von Mörtschach, V. K.	1727,12	10084,34
Petzen, Berg, südlich von Bleiburg, V. K.	1113,03	6498,79
Pfanock, Berg bei Kaning, V. K. . .	1184,66	6917,02
Polinik, südwestlich von Obervellach, V. K.	1466,20	8560,87
Prisenberg bei Leoben, V. K.	1246,71	7279,31

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Reißeck, Gletscher, nordöstlich von Kollmitz, V. K.	1560,70	9112,64
Reiskofel bei Reisach, V. K.	1245,48	7272,13
Roseneck, östlich von Gmünd, V. K. .	1283,30	7492,96
Riegenkopf bei Liesing, V. K.	1250,0	7298,52
Sadnitz, nordöstl. von Mörtschach, V. K	1445,10	8437,68
Säuleck, nordöstl. von Obervellach, V. K.	1624,43	9484,75
Salzkofel, südwestlich von Kollmitz, K. K.	1314,59	7675,65
Sandkopf, östlich von Heiligen Blut, V. K.	1626,63	9497,60
Sau, kleine, bei St. Leonhard, K. K.	959,59	5602,87
Saualpe bei Wolfsberg, K. K. . . .	1092,94	6381,48
Schaffberg, nordwestl. von Stockenwoy, V. K.	1169,25	6827,04
Schareck, nordöstlich von Heiligen Blut, V. K.	1160,20	6774,20
Scharnick, nordöstlich von Irschen, V. K.	1398,69	8163,19
Schoberspitz, nördlich von Mühldorf, V. K.	1353,30	7901,67
Schwarnbrunnerriegl bei Fladnitz, K. K.	1118,16	6528,73
Schwert, Berg, westlich von Heiligen Blut, V. K.	1630,26	9518,79
Seichenkopf, südwestlich von Winklern, V. K.	1636,84	8973,33
Setitsche, Berg, nördlich von Zell, K. K.	1010,61	5900,77
Sikerköpfel, nördlich von Obervellach, V K.	1350,45	7885,03
Singersberg bei Kirschentheuer, K. K.	835,07	4875,82
Sonnblick, nördlich von Malta, V. K.	1595,29	9314,61
Sonnstein, südwestlich von Lorenzen, V. K.	1203,84	7029,0
Stanziwurdi, nördlich von Döllach, V. K.	1425,95	8325,86
Stawiepfl, östlich von Greifenburg, V. K.	1323,18	7725,81
Steinschober, südöstlich von Rieden, K. K.	1087,51	6349,77
Steinwand im Ober-Gailthale, V. K.	1325,46	7739,12
Steinwandeck (Koreck), nördlich von St. Peter, V. K.	1306,99	7631,28
Steinwandkahr, V. K.	1516,76	8856,09
Stellkopf, westlich von Inner-Fragant V. K.	1501,08	8764,53
St. Stephan im V. K., westlich von St. Anton, Kirchthurm	380,17	2219,74
St. Stephan bei Villach, Kirchthurm .	279,49	1631,89
Strakopf, nordöstl. von Mörtschach, V. K.	1370,70	8003,27
Strieden, südlich von Fragant, V. K.	1410,33	8234,66

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Stubeck bei Maltein, V. K.	1174,76	6893,21
Teißeneck, Kirchthurm, K. K.	595,27	3475,68
Thörlkopf, nördlich von St. Lorenz, V. K.	1290,49	7534,94
Topitza, östlich von Sonnegg, K. K. .	867,05	5062,55
Ulrichsberg bei Klagenfurt, K. K. . .	534,97	3123,59
Unholde (Hochstadlberg), westlich von Oberdrauburg	1410,16	8233,67
Villach, Pfarrthurm	264,39	1543,72
Völkermarkt, Thurmknopf, K. K. . .	264,98	1547,17
Wasserockkopf, nordwestlich von Heiligen Blut, V. K.	1595,11	9313,56
Wände, oder unter den Wänden bei Fladnitz, K. K.	964,01	5628,68
Wildhorn, südlich von Lainach, V. K.	1316,99	7689,67
Wischberg, westlich von Raibel, V. K.	1403,57	8195,19
Wölanerruck bei Afritz, V. K.	1128,29	6593,88
Wolfsberg, Kirchthurm von Hardneidstein, K. K.	289,45	1690,05
Zehrerkogel, westlich von Reichenfels, K. K.	570,25	3329,59
Zollnerhöhe bei Nölbling, V. K. . . .	1015,49	5929,26

b. Barometrisch bestimmte Höhen.

Bleiberg, Dorf, V. K.	2832
Gmünd, Markt, V. K.	2114
St. Gertraud, Dorf, K. K.	937
Heiligen Blut, Dorf, V. K.	4210
Heiligenbluter-Tauern, V. K.	8058
Hohenwartshöhe am Großglockner, V. K. . .	10392
Malborgetto, Dorf, V. K.	2118
Ochsenhütte am Großglockner, V. K.	6624
St. Paternion, Dorf, V. K.	1481
Predil, Berg, V. K.	3592
Rattendorf, V. K.	1836
Reichenfels, Dorf, K. K.	1967
Rennweg, Dorf am Katschberge, V. K. . . .	3314
Salmshöhe am Großglockner, V. K.	8350
Tarvis, Markt, V. K.	2301
Wolfsberg, Stadt, K. K.	1478

Höhen in Steyermark.

a. Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landesvermessung.

B. K. bedeutet den Brucker Kreis.
C. K. » » Cillier Kreis.
G. K. » » Grätzer Kreis.
J. K. » » Judenburger Kreis.
M. K. » » Marburger Kreis.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche. in W. Kl.	in Par. Fuß.
Abstall, Kirchthurm, M. K.	139,65	815,39
Admont, Stift-Kirchthurm, J. K. . .	363,73	2123,75
Aerzberg bei Eisenärz, B. K.	805,88	4705,39
Ahornkogel bei Donnersbach, J. K. .	1051,99	6142,38
Ameringkogel bei Weiskirchen, J. K. .	1169,49	6828,44
St. Anton, Kirchthurm, C. K. . . .	451,7	2637,39
St. Augustin bei Ankenstein, Kirchthurm, M. K.	271,25	1583,78
Bacherberg, M. K.	709,2	4139,92
Bargerkogel bei Maria-Rast, M. K. .	649,4	3791,73
Bösenstein am Tauern, J. K.	1288,44	7522,97
Boskowec bei Schönstein im C. K. . .	835,7	4879,50
Borruck bei Unzmarkt, J. K.	925,95	5406,45
Brandstein bei Eisenärz, B. K. . . .	1051,72	5140,80
Breberspitz bei Krakau, J. K. . . .	1442,71	8423,72
Brendelkogel bei Schwammberg, M. K.	894,8	5224,57
Bruck an der Mur, Pfarrkirche . . .	279,40	1631,37
Bruderkogel bei Pretstein, J. K. . .	1209,67	7063,04
Buchstein, großer, bei Admont, J. K. .	1168,18	6820,79
Cilli, heil. Geist-Kirchthurm	124,8	668,69
Deneck bei St. Nicolo, J. K.	1279,08	7468,32
Dürrenschöberl-Alpe bei Rottenmann, J. K.	912,73	5329,27
Ebenstein bei Tragöß, B. K.	1115,14	6511,10
Eilmtberg bei Gößl, J. K.	1119,51	6536,61
Eisenhut bei Turrach, J. K.	1286,89	7519,91
Feistereck, Alpe beim Brandhof, B. K.	809,79	4728,22
Fensteralpe bei Göß, B. K.	862,93	5038,49
Frauenalpe bei Murau, J. K. . . .	1054,08	6154,58
Friedau, Kirchthurm, M. K.	118,6	692,48
Gamskogel bei Oppenberg, J. K. . .	1138,85	6649,54
Gastrumer Alpe bei Oberwölz, J. K. .	1185,73	6923,26

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Gehart, Berg bei Wildalpen, B. K. .	820,41	4790,22
Gonowitzberg, C. K.	533,2	3113,26
Gonowitzer-Schwach bei Weitenstein, M. K.	798,5	4662,30
Grätz, Terasse des Joanneums . . .	183,26	1070,02
Grätz, Schloßberg beim Siebenthurm .	245,66	1434,36
Grebenzen bei Zeitschach, J. K. . . .	983,63	5626,46
Greimberg bei Pöllau, J. K.	1301,86	7601,32
Grimming, J. K.	1237,29	7224,31
Großbuchstein, siehe Buchstein.		
Großschoberberg bei Wald, J. K. . .	996,0	5815,46
Großgrießsteinspitz bei St. Johann, J. K.	1229,79	7180,52
Großer Kogel (drei Könige) bei Gonowitz, M. K.	707,1	4228,63
Großringkogel, siehe Ringkogel.		
Großpredul, siehe Predul.		
Großstrackel bei Taublitz, J. K. . . .	1138,99	6650,35
Großrogatz bei Oberburg, C. K. . .	819,0	4782,0
Großtrauneck, siehe Trauneck.		
Gschtoder bei Stadel, J. K.	1125,24	6570,07
Gunkeneck bei Groß-Sölk, J. K. . .	1171,47	6840,0
Größtenberg bei Obdach, J. K. . . .	1124,03	6563,01
Heukuppe auf der Rackalpe, J. K. . .	1056,34	6167,78
Halbenrain, Kirchthurm, G. K. . . .	119,1	695,40
Handalpe bei Schwammberg, M. K. .	974,9	5692,26
Heilige Geistberg, Kirchthurm, M. K.	495,1	2890,80
Hochalpe bei Bruck	864,04	5044,97
Hochangeralpe bei Seewiesen, B. K. .	882,94	5155,33
Hochgollingspitze bei Schladming, J. K.	1507,57	8802,43
Hochreichardsberg bei Lisingau, B. K. .	1269,69	7413,49
Hochschwab bei Seewiesen, B. K. . .	1195,77	6981,89
Hochstadel im Kreutergebirg bei Weichselboden, B. K.	1007,12	5880,39
Hochthurnberg bei Vordernberg, B. K.	1094,27	6389,24
Hochgrößenberg bei Gatschen, J. K. .	1113,25	6500,06
Hochkohr zwischen Oesterreich und Steyermark, B. K.	948,75	5539,58
Hohewart bei Oberwölz, J. K. . . .	1242,55	6281,89
Hoheneck bei Modriach, G. K. . . .	797,05	4653,83
Jerusalem-Kirche bei Luttenberg, M. K.	180,3	1052,74
Irdning, Kirchthurm, J. K.	352,79	2059,88
Judenburg, Stadt	389,70	2275,39

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Kaiserschild, Berg bei Eisenärz, B. K.	1095,42	6395,96
Kalte Mauer bei Eisenärz, B. K. . .	1010,97	5902,87
Kaibling bei Haus, J. K.	1060,55	6192,36
Kappa bei Reifeneck, C. K.	811,2	4736,45
Kampelberg bei Wald, J. K. . . .	1117,28	6523,59
Kapfenstein, Schloß, G. K.	248,01	1448,09
Karleck bei Schöder, J. K.	1237,58	7226,01
Kasöfen bei Pretstein, J. K.	995,35	5811,67
Kesseleck am Tauern, J. K.	1216,85	7104,97
Kieseck bei Krakau, J. K.	1410,05	8233,03
Kirchberg an der Raab, Thurm, G. K.	195,30	1140,32
Kleinradl bei Eibiswald, M. K. . .	524,1	3060,12
Knallstein bei St. Nicolo, J. K. . .	1367,75	7986,04
Königskogel bei Mürzsteg, B. K. . .	826,72	4827,07
Krailberg bei Tüffer, C. K.	503,3	2938,68
Krautgarten bei Seewiesen, B. K. . .	1044,16	6096,66
Kremserkogel bei Schwammberg, M. K.	564,95	3298,64
Kuhalpe bei St. Lambrecht, J. K. . .	937,34	5472,96
Kulmberg bei Pischelsdorf, G. K. . .	511,71	2987,78
St. Kunigund, Kirchthurm, M. K. .	301,5	1760,40
Kirbisch, Berg bei Stadel, J. K. . .	1127,67	6584,26
Laa, Alpe bei Mürzsteg, B. K. . . .	818,74	4780,47
Laubegg, Schloß, G. K.	172,02	1004,39
Leibnitz, Pfarrthurm, G. K.	145,9	851,88
Lenzkogel bei Schwannberg, M. K. . .	606,2	3539,49
Leoben, Kirchthurm der Vorstadt . . .	302,35	1765,36
St. Leonhard, Markt, Kirchthurm, M. K.	145,6	850,13
Lietzen, Pfarrthurm, J. K.	370,30	2162,11
Loebenerberg bei Wald, B. K. . . .	1069,63	6245,36
Lopernerstein bei Mitterdorf, J. K. .	1034,11	6037,98
Lukauerberg bei Hiflau, B. K.	1158,62	6764,97
St. Magdalena, Kirchthurm bei Hartberg, G. K.	239,19	1396,59
Marburg, Stadtpfarrthurm	142,1	829,69
Mareck bei St. Gallen, B. K.	924,88	5400,21
Masenberg bei dem Markte Pöllau, G. K.	660,71	3357,77
Maria Zell, mittlerer Kirchthurm . .	491,04	2867,09
Mautern, Pfarrthurm, B. K.	372,52	2175,08
Menina bei Oberburg, C. K.	793,8	4634,85
Meßnerin bei Kathrein, B. K.	964,59	5632,07
Mitterdorf, Pfarrthurm, J. K. . . .	424,0	2475,66

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Ober-Radkersburg, Schloßthürmchen, M. K.	159,6	931,97
Oehlberg, östlicher Kirchthurm, C. K.	385,8	2252,61
Oistritzaberg, Spitze des Weschageb., C. K.	1237,7	7226,71
Oufchowa bei Sulzbach, C. K. . . .	1015,6	5929,90
Pettau, Stadtthurm, M. K.	122,5	715,26
Pfaffenstein bei Eisenärz, B. K. . . .	982,54	5736,87
Platschberg, M. K.	269,2	1571,81
Plawinka bei Weitenstein, C. K. . .	804,45	4697,04
Pleschaitz bei Pur, J. K.	945,71	5521,83
Plesnitzzinken bei Hehenfeld, J. K. . .	1110,39	6483,36
Predul, großer, bei Reichenfels, J. K.	579,64	3384,41
Preduler Alpe bei Ratten, G. K. . .	870,13	5080,53
Premstein bei Mautern, B. K. . . .	982,36	5735,82
Premstetten, Dorf, Kirchthurm, G. K.	184,79	1079,05
Raducha bei Leitsch, C. K.	1081,5	6314,68
Raidling bei Wörtschach, J. K. . . .	1004,97	5867,84
Radel, siehe Kleinradel.		
Rann, Pfarrthurm, C. K.	86,24	503,54
Rappelkogel bei Hirscheck, J. K. . .	1014,01	5920,57
Reichenstein bei Eisenärz, B. K. . . .	1138,23	6645,92
Reiting bei Mautern, B. K.	1163,87	6795,63
Riegersburg, Schloßhof Kroneck, G. K.	252,56	1474,65
Ringkogel, großer, in der Gail, J. K.	1197,57	6992,39
Rosenkogel bei St. Oswald, J. K. . .	1009,26	5892,89
„ bei Wildbach, M. K. . .	717,0	4186,43
Rupprechtseck bei Krakau, J. K. . .	1361,93	7952,06
Sarstein bei Aussee, J. K.	1039,91	6071,84
Schäckelberg bei Grätz	757,59	4423,43
Schaunze bei Franzen im C. K. . . .	750,4	4381,45
Scheiblingstein im Ennsthale, J. K. .	1155,32	6745,70
Scheuchenspitz in der Ramsau, J. K. .	1401,86	8185,21
Schießeck bei Oberwölz, J. K. . . .	1196,20	6984,40
Schoberberg bei Winklern, J. K. . .	1274,69	7442,68
Schoberspitz bei Donnersbach, J. K. .	1117,96	6527,56
Schoberberg, großer, siehe Großschoberberg.		
Schoberriegel bei Ferrach, J. K. . .	1163,96	6796,35
Schönberg bei Aussee, J. K.	1102,77	6438,87
Schwarzkogel bei Maria-Zell, B. K. .	715,53	4177,84
Seeberg im B. K.	658,82	3846,73

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Seekahrspitz bei Hintermühl, J. K. . .	1313,95	7671,32
Siebenbürgerkogel bei Wildalpen, B. K.	777,15	4537,64
Soboth, Berg bei Krumbach, M. K. .	753,05	4396,92
Sparenfeldfels bei Admont, J. K. . .	1180,58	6893,19
Speickberg bei Uebelbach, G. K. . .	1045,82	6106,35
Speikbüchel bei Mautern, B. K. . .	988,68	5772,72
Stangelalpe bei Kindberg, B. K. . .	781,33	4562,04
Stein am Mandel bei Rottenmann . .	1075,67	6280,64
Steinplankogel bei Klein-Lobming, J. K.	877,42	5123,10
Stolzalpe bei Murau, J. K.	955,71	5580,22
Stotterzinken bei Weißenbach, J. K. .	1077,28	6290,04
Stürmerkogel bei Reichenfels, J. K. .	1134,92	6626,59
Tamischbachthurm bei Hieflau, B. K. .	1068,23	6237,20
Teufelstein bei Stainz, G. K. . . .	785,22	4584,76
Thalerkogel bei Vordernberg, B. K. .	870,21	5080,96
Thorstein, höchster Gipfel, nordöstlich von Filzmoos, J. K.	1581,69	9063,13
Tonionberg bei Wegscheid, B. K. . .	892,0	5208,23
Trautenfels, Schloß, J. K.	353,24	2062,50
Trauneck, großer, bei Laufen, C. K. .	859,9	5020,80
Triebenstein, Felsenspitze am Tauern, J. K.	951,85	5557,68
Troiseck bei Turnau, B. K.	769,12	4490,75
Tradenkogel bei Spital, B. K. . . .	823,38	4807,57
Tschreit bei Franzen, C. K.	520,5	3039,11
St. Urban, Kapelle am Posruckgebirg, M. K.	315,0	1839,23
St. Veit bei Mureck, G. K.	139,4	813,93
Veitschalpe, nordöstlich von Seewiesen, B. K.	1041,05	6078,50
Vetring, Alpe bei Wegscheid, B. K. .	803,19	4689,68
Vivodnig bei Oberlachein, C. K. . .	793,33	4632,11
Waregg, Alpe in der Freyen, B. K. .	839,65	4902,56
Wagenbänkberg bei Admont, J. K. . .	934,73	5457,72
Wechsel, Grenzberg zwischen Oesterreich und Steyermark, G. K.	916,24	5349,76
Weinburg, Schloßthurm, G. K. . .	164,5	960,49
Welka Planina, Berg bei Osterwitz, C. K.	633,2	3697,14
Wenzelalpe bei Judenburg	1128,67	6590,10
Wildfeld bei Eisenärz, B. K. . . .	1074,14	6271,71

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Wildstell, hohe, bei Schladming, J. K.	1446,07	8443,34
Windberg bei Neuberg, B. K.	998,53	5830,24
Windgrube bei Aflenz, B. K.	950,08	5547,34
Woising bei Aussee, J. K.	1086,95	6346,40
Wolschenegg oder Brendlkogel bei Schwammberg, M. K.	894,8	5224,57
Zellerhut bei Maria-Zell, B. K. . . .	854,72	4990,56
Zinken bei Aflenz, B. K.	849,51	4860,13
Zinkenberg bei Mautern, B. K.	1261,05	7363,04
Zinkenkogel bei Seckau, J. K.	976,0	5698,69
Zirbitzkogel bei Mühlen, J. K.	1263,66	7378,28

b. Barometrisch bestimmte Höhen.

Altenmarkt, B. K.	1351
Aussee, Markt, J. K.	2086
Alpsteig, G. K.	3297
Edelschrott, Dorf, G. K.	2529
Eisenärz, Markt, B. K.	2056 2083
Friedberg, Stadt, G. K.	1755
Grundlsee bei Aussee, G. K.	2081
Hirschegg, Dorf, G. K.	2147
Hiflau, Dorf, B. K.	1443
Kahlwang, Markt, B. K.	2202
Kaiserau auf dem Lichtmeßberge, B. K.	3330
Kraubat, Dorf, B. K.	1705
Krieglach, Dorf, B. K.	1614
Leopoldsteinersee bei Eisenärz, B. K.	1860
Mürzzuschlag, Markt, B. K.	2090
Neuberg, B. K.	2204
Obdach-Alpe, oder Größingberg, J. K. . . .	6096
Packberg, Paß, G. K.	3882
Petersalpe, J. K.	5236
Pötschenberg bei Aussee, Paß, J. K.	3151
Prenbüchel bei Eisenärz, Paß	3734
Radmar, äußere, B. K.	2196
Rackalpe bei Lobming, J. K.	6517
Semering, Berg, B. K., trig.	3210
„ Paß, B. K.	2944

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in P. Fuß.
Schwamberger Alpe, untere, M. K.	4357
Schwamberg, Markt, M. K.	729
Unzmarkt, Markt, J. K.	2238
Vordernberg, Markt, B. K.	2458
Weichselboden, Dorf, B. K.	1950
" Holzhütte	2390
Wildalpe, Dorf, B. K.	1716
Wolkenstein im Ennsthale, Schloßruine, J. K.	2202

Höhen im Erzherzogthume Oesterreich.

a. Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landes-vermessung.

V. u. W. bedeutet das Viertel unter dem Wienerwalde.
V. o. W. » » Viertel ober dem Wienerwalde.
V. u. M. » » Viertel unter dem Manhardsberge.
V. o. M. » » Viertel ober dem Manhardsberge.
H. K. » den Hausruckkreis.
M. K. » » Mühlkreis.
T. K. » » Traunkreis.
J. K. » » Innkreis oder das Innviertel.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Augustinkogel bei Tambach, T. K. . .	697,36	4071,76
Anninger bei Gumpoldskirchen, V. u. W.	354,48	2069,75
Bisamberg bei Wien	186,27	1027,60
Blassenberg bei Hallstadt, T. K. . .	1028,75	6006,68
Brandebin bei Buchenstuben, V. o. W.	655,55	3827,64
Braunau, im Innviertel, Pfarrthurm .	187,14	1092,68
Büchleralpe bei Mitterbach, V. o. W.	723,15	4222,34
Dachstein bei Hallstadt im T. K. . .	1552,22	9063,13
Demmelberg bei Hinterstoder, T. K. .	1203,67	7028,01
Dittmanns, Dorf, Thurm der Kapelle, V. o. M.	323,50	1888,86
Donnerkogel, großer, im Gosauthale, T. K.	1081,70	6315,85
Drößing, Kirchthurm, V. u. M. . .	82,84	483,69
Dürnitzerhöger bei Hohenberg, V. o. W.	721,29	4211,48
Dorfberg bei Kirschbaum, M. K. .	416,34	3430,93
Dürrenstein bei Lunz, V. o. W.	987,13	5763,67
Dürrenwald bei Frohnberg, V. u. W.	608,86	3555,02
Enns, Stadt, freistehender Thurm . .	147,82	863,09
Eisensteinwald, Berg bei Türnitz, V. o. W.	621,89	3631,30
Feuchtenberg bei Reichenau, V. u. W. .	727,56	4248,09
Fischament, Kirchthurm der Stadt, V. u. W.	86,39	504,41
Freistadt, Pfarrthurm der Stadt, M. K.	294,36	1718,81
Friesling, Berg bei Reut, V. o. W. .	699,12	4082,04
Gamsplan bei Rettenbach, T. K. . .	1000,60	5842,32
Gfäll, Markt, Kirchthurm, V. o. M. .	311,49	1818,73
Graswand im Gosauthale, T. K. . .	1271,42	7423,59
Grabenalpe bei Hohenberg, V. o. W.	650,70	3799,32
Gippelberg bei St. Egidi, V. o. W. .	878,96	5132,09

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Gmundtnerberg bei Gmunden, T. K. .	431,82	2521,32
Göllerälpe bei St. Egidi V. o. W. . .	928,50	5421,34
Groß-Pyrgas, siehe Pyrgas.		
Grünschacherberg bei Reichenau, V. u. W.	914,89	5341,88
Hebenkas bei Hinterstoder, T. K. . .	1202,48	7021,06
Horn, Stadtpfarrthurm, V. o. M. . .	163,19	952,84
Hadersdorf, Obelisk, V. u. W.	239,16	1396,41
Handelsberg bei Schwarzau, V. u. W.	721,97	4215,45
Hausbrunn, Markt, Kirchthurm, V. u. M.	105,04	613,31
Hegerberg bei Kasten, V. o. W. . . .	621,55	3629,12
Hennelsteck bei Annaberg, V. o. W. .	701,25	4094,47
Hainzenberg bei Ischel, T. K. . . .	862,34	5035,05
Himmelberg bei Königswiesen, M. K. .	495,23	2891,56
Hoch- und Reußalpe bei Lilienfeld, V. o. W.	737,31	4305,02
Hirschenstein bei Hinter-Weißenbach, M. K.	540,74	3157,28
Hocheneck bei Windischgarsten, T. K. .	1033,44	6034,07
Hochfürchten bei Ulrichsberg, M. K. .	704,29	4112,22
Hochsengseberg bei St. Pankratz, T. K.	968,07	5652,38
Hochstein bei Kirchberg, V. o. W. . .	624,40	3645,76
Hochstraß, Dorf, V. u. W.	313,64	1831,29
Höß bei Hinterstoder, T. K.	974,72	5691,21
Högenberg bei Hollenstein, V. o. W. .	640,38	3739,06
Jauerling, Berg bei Laah, V. o. M. .	505,54	2951,75
Jägerhütten, Berg bei Buches, V. o. M.	594,04	3468,49
Inzersdorf, Kirchthurm, V. u. M. . .	109,18	637,48
Jochardsberg bei Rohr V. u. W. . .	667,62	3898,11
Kalmberg, hoher, bei Goisern, T. K. .	965,31	5636,27
Kaiserstein, höchste Spitze des Schneeberges, V. u. W.	1086,20	6342,12
Kfölleralpe bei Lackenhof, V. o. W. .	679,42	3967,01
Königsberg bei Gaßling, V. o. W. . .	762,37	4451,34
Kogelberg bei Mönichkirchen, V. u. W.	678,15	3959,59
Kampstein bei Kirchberg, V. u. W. . .	773,14	4514,22
Kirchberg am Walde, Kirchthurm, V. o. M.	303,33	1771,09
Kopfing, Kirchthurm, J. K.	309,20	1805,36
Kothalpe bei Ischel, T. K.	939,02	5483,64
Kuchelberg bei Türnitz, V. o. W. . .	685,12	4000,29
Köselberg bei Goßling, V. o. W. . .	877,07	5121,05
Kuhberg bei Klein-Reifling, T. K. . .	744,17	4345,07
Langenlois, Pfarrthurm, V. o. M. . .	123,12	718,76
Laxenburg, k. k. Schloß bei Wien . .	92,86	542,19

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Leopoldsberg bei Wien, Kirchenpflaster.	221,64	1294,12
Lindkogel bei Merkenstein, V. u. W. .	437,16	2552,50
Manhartsberg, bei Egendorf V. o. M..	283,19	1653,49
Maria-Trost bei Rohrbach, M. K. . .	369,20	2155,69
Mitterburg, Schloßthurm, H. K. . .	218,24	1274,26
Mitterbach, östliche Gemeindealpe, V. o. W.	853,25	4981,97
Muckenkogel bei Lilienfeld, V. u. W. .	655,60	3827,93
Neubau auf der Welserheide, H. K. .	149,62	873,60
Neukirche, Kirchthurm bei Horn, V. o. M.	306,56	1789,95
Neukirchen, Pfarrthurm, I. K. . . .	218,01	1272,92
Nebelstein, Berg bei Hirschemais, V. o. M.	535,21	3125,0
Naßwald, nördliches Haferfeld, V. u. W.	979,37	5718,36
Obersberg bei Schwarzau, V. u. W. .	771,63	4505,41
Oetscher bei Mitterbach, V. o. W. . .	994,95	5809,33
Ottenberg bei Schottwien, V. u. W. .	714,52	4171,95
St. Pölten, Pfarrthurm	156,22	912,14
Pläckenstein bei Unter-Schwarzenberg, M. K.	725,26	4234,66
Pöstlingberg bei Linz, Kirchthurm . .	283,79	1656,0
Poisdorf, Kirchthurm, V. u. M. . .	117,97	688,80
Pfarrkirchen, Thurm des Ortes, M. K.	438,24	2558,80
Perneckerkogel bei Pettenbach, I. K. .	568,47	3319,19
Priel, kleiner, bei Hinterstoder, T. K.	1124,20	6564,0
Priel, großer, bei Hinterstoder, T. K.	1324,12	7731,30
Pyrgas, großer, bei Tambach, T. K. .	1181,37	6897,80
Reichersberg, Stiftthurm, I. K.. . .	183,16	1069,44
Ried, Pfarrthurm, I. K.	227,63	1329,09
Rosaliakapelle bei Wiener-Neustadt . .	392,50	2291,74
Rötzbach (Unter), Kirchthurm, V. u. M.	128,01	737,70
Scheiblingstein bei Lunz, V. o. W. . .	851,73	4973,10
Salbelberg bei Trattenbach, V. u. W. .	789,36	4608,93
Schneeberg, westlich von Buchberg, V. u. W.	1094,49	6390,53
Schnellerplan bei Grunau, T. K. . .	742,59	4335,85
Schärding, Stadt, Pfarrthurm, I. K.	162,08	946,36
Schardenberg, Kirchthurm, I. K. . .	307,67	1796,43
Scheibwald bei Grünschacher, V. u. W.	1023,35	5945,89
Seefeld, Kirchthurm, V. u. M. . . .	100,15	584,76
Schönbrunn bei Wien, Gloriet . . .	125,16	730,79
Schwand, Pfarrthurm, I. K.. . . .	224,77	1312,39

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Sonntagberg bei Waidhofen, V. o. W.	371,23	2167,54
Schwarzenberg, Berg bei Mitterschlag, V. o. M.	500,09	2919,93
Schwarzenberg, Berg bei Sieding, V. u. W.	712,34	4159,22
Sonnenleithstein bei Schwarzau, V. u. W.	863,26	5040,42
Sonnkogel bei St. Egidi, V. o. W. .	623,95	3643,13
Sonnenwendstein bei Schottwien, V. u. W.	803,12	4689,27
Speichberg bei dem Dorfe Traun, T. K.	1118,93	6533,23
Sulzberg bei Annaberg, V. o. W. . .	735,44	4294,10
Traunstein, Dorf, V. o. M.	485,50	2834,75
Traunstein bei Gmunden	890,32	5194,42
Tamberg bei St. Pankratz, T. K. . .	797,57	4656,87
Tochardsberg bei Rohr, V. u. W. . .	667,62	3898,11
Tulln an der Donau, südl. Thurm . .	93,15	543,89
Unterberg bei Muckendorf, V. o. W. .	707,23	4129,39
Ulreichsberg bei Maria=Zell, V. o. W.	669,56	3909,48
Vorauer Alpe, V. u. W.	877,54	5123,80
Wallsee, Schloßthurm, V. o. W. . .	145,09	847,15
Waidhofen, Stadt, Pfarrthurm, V. o. W.	268,63	1568,48
Watzendorf, Kirchthurm, V. u. M. . .	149,70	874,07
Warriegel, dritte Spitze des Schneeberges, V. u. W.	993,63	5801,63
Weinsberg, Berg bei Gutenbrunn, V. o. M.	547,92	3199,20
Wels, Stadt, Pfarrthurm	170,91	997,91
Wien, Stephansthurmspitze	127,78	746,08
„ Pflaster am Fuße des Thurmes .	87,78	512,53
„ Sternwarte, Beobachtungszimmer	98,28	573,84
„ Pflaster am Fuße der Sternwarte	86,98	507,86
„ Nullpunkt des Pegels an der Ferdinandsbrücke	79,93	466,70
Wienerberg, Teufelsmühle	112,53	657,04
Wieserkogel bei Hohenberg, V. u. W. .	503,20	2938,09
Wiesberg bei Reut, V. o. W. . . .	719,68	4202,08
Wolfern, Kirchthurm, T. K.	189,38	1105,75
Zwettel, Stiftkirchthurm, V. o. M. .	294,50	1719,53
Zirnerberg bei Gamming, V. o. W. .	572,03	3340,0
Zwiselberg bei Neuhaus, V. o. W. .	753,48	4399,43

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Zwiselberg bei Unter-Schwarzenberg, M. K.	611,50	3570,44
Zwingendorf, Kirchthurm, V. u. M. .	96,90	565,78

b. Barometrisch bestimmte Höhen.

Alben-See, T. K.	1721
Baden bei Wien	638
Gmunden, Stadt	1566
Gosausee im Salzkammergut	3471
Gutenstein, V. u. W.	1404
Hallstädter See, V. u. W.	1464
Hallstadt, Ort, V. u. W.	1503
Hohenberg, Dorf, V. o. W.	1519
Hollenstein, Dorf, V. o. W.	1368
Ischel, Markt, T. K.	1333
Kalenberg bei Wien	1356
Käßberg, Gipfel, T. K.	5215
Lilienfelder Alpe, V. o. W., trig.	3699
Linz, Stadt	689
Lunz, Dorf, V. o. W.	1926
Neukirchen, Markt, V. u. W.	1062
Obersee, Alpensee, V. o. W.	2986
Salzberg bei Hallstadt, T. K.	4000
Schottwien, Markt, V. u. W.	1604 1788
Spital am Pirn, T. K.	1518

Höhen in Krain und dem illyrischen Küstenlande.

a. Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landesvermessung.

A. K. bedeutet den Adelsberger Kreis.
G. K. » » Görzer Kreis.
L. K. » » Laibacher Kreis.
N. K. » » Neustädtler Kreis.
T. K. » » Triester Kreis.
J. » Istrien mit den Inseln im Golfo Guarnero.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. K.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Adelsberg, Schloßberghöhe, A. K. . .	354,91	2072,78
St. Agneskapelle auf dem Kumberg, N. K.	641,50	3745,60
Belschitza, Berg bei Scherounitz, L. K.	947,19	5530,47
Bgunscza bei Vigann, L. K.	1084,36	6331,38
Berlosnig, Felsenspitze an der Straße von Leprinacz nach Bergudaz J. . . .	575,07	3357,69
Bergut Urch, nächst Bergut, J.	469,62	2742,0
Bella, Felsenkuppe bei Rucavacz, J. .	410,81	2398,64
Vidiszke, Berg beim Schloße Schneeberg, A. K.	652,01	3806,97
Braiko Urch bei Bergudaz J.	575,14	3358,10
Capo di Terstenik, Bergkuppe, J. . .	653,47	3815,45
Czerni Urch bei Reifnitz, N. K. . . .	505,38	2950,82
Cobilnaglawa (Jallunck) bei Tollmein G. K.	775,67	4529,0
Czerna Gora in der Wochein, L. K. .	970,97	5669,13
Drasz Veli bei Szednavas im L. K. .	1179,83	6888,81
Gaberg bei Senosetsch, A. K.	539,61	3150,68
Görz, Castell, G. K.	89,84	524,56
Govianz bei St. Gertrud, N. K. . .	624,41	3645,52
Grintouz, Felsenspitze bei Kanker, L. K.	1347,60	7868,39
„ bei Sotscha im G. K.	1256,67	7337,47
Hradizhe bei Sella, G. K.	1034,25	6038,80
Holitza bei Aßling, L. K.	963,66	5626,64
Hornbühel bei Reichenau, N. K. . .	579,72	3384,88
Javoro Urch, bei Kopriunik, L. K. . .	779,74	4552,76
Javornik, Berg bei Adelsberg, A. K. .	667,70	3898,58
Kaniauz bei Trenta im G. K. . . .	1352,16	7895,02
Kepa bei Längenfeld im L. K.	1126,58	6577,90

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Klescza, Berg bei Obergeriach, L. K. .	994,66	5710,33
Korena, Kirchthurm St. Damian L. K.	377,76	2205,65
Koschuta bei St. Anna, L. K. . . .	1102,90	6439,63
Koslac, Felsenkuppe bei Trebchane, T. K.	523,88	3058,84
Krn im G. K..	1182,52	6904,52
Kralischki im Birnbaumer Walde, A. K.	665,33	3884,74
Kuk bei Rauna im G. K.	1098,36	6413,12
Krouch, Berg bei Heidenschaft, A. K. .	507,33	2962,21
Krainburg, Pfarrthurm, L. K. . . .	208,39	1216,75
Laak (Bischoflaak), Schloßthurm, L. K.	210,16	1227,09
Laibach, Thurmspitze des Kastells, L. K.	192,03	1121,23
Mangart bei Ratschach, L. K. . . .	1410,39	8235,01
Moistroka bei Kronau, L. K.	1244,36	7265,59
Mokritz, Berg bei Auersberg, N. K. .	556,21	3247,61
Mournouz bei Längenfeld, L. K. . . .	954,23	5571,58
Monte Sys, Berg auf der Insel Cherso, J.	336,19	1962,93
Monte Maggiore, Berg bei Vragna, J.	735,03	4291,66
Monte Ossero auf der Insel Lossini, J.	307,42	1794,95
Monte Santo bei Görz, Kirchthurm. .	358,53	2093,39
Nanos, Berg, höchste felsige Kuppe bei Wippach, A. K.	683,10	3988,45
Nableck bei Michelstetten, Kuppe L. K.	977,63	5708,20
Na Vertazkem Urch bei Moistrana, L. K.	997,53	5824,40
Optschina, Berg bei Triest	207,77	1213,13
Orgliach, Berg bei Lanestie, J. . . .	580,88	3391,61
Ostri Urch bei Nugla, T. K.	590,57	3448,23
Plag nenabrdi bei Sotscha, G. K. . .	1034,87	6042,42
Patoka bei Idria, A. K.	558,36	3260,16
Planina, Berg bei Kanker L. K.. . . .	478,78	2795,51
Polounig bei Zersotscha, G. K. . . .	874,14	5103,94
Prschiuz Urch bei Althammer, L. K. .	926,69	5410,74
Prebühel bei Krapfenfeld, N. K.. . .	526,78	3075,77
Radmansdorf, Pfarrthurm, L. K. . .	259,78	1516,81
Rasur bei Trenta, G. K.	1370,20	8000,17
Razbor, Berg bei Trebchane, J. . . .	678,61	3962,28
Rogitza bei Längenfeld, L. K.	1358,86	7934,14
Rombon (Velki-Urch) bei Flitsch, G. K.	1163,31	6792,36
Raschuschitza, Berg bei Wodize, J. . .	568,46	3319,10
Sa Pletschem, Berg bei St. Primus L. K.	827,30	4830,45
Sbeuniza, kahler Berg bei Prest, J. .	532,10	3106,80
Schneeberg im A. K.	888,71	5189,02

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Schabnik, Berg bei Vodize, J.	537,24	3136,81
Sia, Bergkuppe bei Sejana, J. . . .	652,59	3810,31
St. Servola, Eck des Schlosses, J. .	231,46	1351,45
Slaunig, Berg bei Podgorie, J. . .	539,87	3152,17
Spigni Urch, Berggipfel bei Raspe, J.	523,24	3055,07
Schneekopf bei Kasarsche, A. K.	945,50	5520,60
Sliwenza bei Zirknitz, A. K.	587,22	3428,67
Slema bei Szednavas, L. K.	928,62	5422,04
Spornbüchel bei Taubenbrunn, N. K. .	539,36	3149,22
Starsky, Berg bei Karfreyt, G. K. .	598,06	3491,96
Stergaria, Berg bei Turili, A. K. . .	662,37	3867,45
Storsitsch, Berg bei Waschl, L. K. .	1122,55	6554,36
St. Primus-Berg am Karst bei St. Croce, T. K.	145,36	848,73
Stou, Berg bei Scherounitz, L. K. . .	1177,36	6874,39
Triest, Uhrthurmspitze des Castells . .	45,53	265,84
Triscavaz, Bergkuppe auf der Insel Veglia, J.	285,29	1665,76
Terglou, höchster Punkt der Julischen Alpen, L. K.	1506,15	8794,14
Tolmein, Berg beim Dorfe Tolmein, G. K.	223,74	1106,38
Uersig bei Sotscha, G. K.	998,68	5831,11
Uogu, Berg bei Sotscha, G. K. . .	1236,71	7220,93
Uoscza, Berg bei Kronau, L. K. . .	913,14	5340,66
Vasze bei Längenfeld, L. K.	955,02	5576,19
Vereviza bei Sotscha, G. K.	1105,40	6454,23
Vochu, Berg bei Schebrelia, G. K. .	1012,15	5909,78
Veli Cserni, Waldkuppe auf der Insel Cherso, J.	279,02	1630,20
Veli Planik, Felsenspitze, J.	668,51	3903,26
Veliki Urch bei Loqua, G. K. . . .	621,72	3630,11
Vitromitz, Berg bei Kronau, L. K. . .	830,56	4849,49
Wagatin bei Sotscha, G. K.	1054,55	6157,33
Zatrepp, Kuppe bei Klana, A. K. . .	764,90	4466,11
Zelenitza bei Vigaun, L. K.	1146,05	6691,58
Zverinz, Felsenspitze bei Tarnova, G. K.	415,93	2428,14
Zaven, kahler Felsen bei Tarnova, G. K.	650,10	3795,92

b. Barometrisch bestimmte Höhen.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
St. Anna, Dorf	2843
Auersberg, L. K.	3186
Flitscher Klause, G. K.	2014
Görz, Stadt	264
Idria	1448
Karstberg, T. K.	1486
Längenfeld, Dorf	1099
Loibel, Berg	4243
Loibel, Paß	4030
Oberlaybach, L. K.	1137
Planina, Dorf, A. K.	1412
Prewald, Dorf, A. K.	1704
Sau, Ursprung bei Wurzen	2485
Sessana, Dorf	1528

Höhen in Mähren.

Trigonometrisch bestimmt von der k. k. Catastral-Landesvermessung.

B. K. bedeutet den Brünner Kreis.
H. K. » » Hradischer Kreis.
I. K. » » Iglauer Kreis.
O. K. » » Ollmützer Kreis.
P. K. » » Prerauner Kreis.
Z. K. » » Znaimer Kreis.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Bachofen, Bergkuppe bei Wermesdorf. O. K.	689,53	4026,04
Bistritz, Kirchthurm, I. K.	303,93	1774,59
Brunlberg bei Wiesenberg, O. K. . .	705,59	4119,81
Buchlau, Schloßthurm, H. K. . . .	276,79	1616,13
Czemerka, Bergkuppe bei Macow, P. K.	552,35	3225,07
Chlum, Pfarrthurm, I. K.	304,19	1776,11
Datschitz, Rathhausthurm, I. K. . .	264,77	1545,94
Dorhaubühl, Kuppe bei Adamsthal, O. K.	555,35	3241,65
Dürre Kuppe bei Heinzendorf, O. K. .	693,12	4047,0
Eisgrub, Observationsthurm, B. K. .	87,22	509,26
Glaserberg bei Goldenstein, O. K. . .	747,00	4361,60
Haidstein, Felsen bei Rabenseifen, O. K.	506,13	2955,20
Heiliger Berg bei Ollmütz	180,84	1055,89
Hirschkam, Berg bei Altendorf, O. K.	622,16	3632,68
Hochschaar, Berg bei Goldenstein, O. K.	708,98	4139,61
Hradisch, Stiftthurm, O K.	114,46	668,31
Hradischko, Berg bei Brandlin, I. K.	405,36	2366,82
Jawonschitz, Berg bei Swietla, I. K.	440,54	2572,23
Jabornik nad Minariken, bei Karlowitz H. K.	534,04	3117,93
Jabornik, nad Czernikowen bei Karlowitz, H. K.	560,89	3274,93
Jaworzina bei Oberniemczi, H. K. . .	510,02	2977,91
Iglau, Stadtpfarrthurm	292,83	1709,89
Kaiserstein bei Bochleditz, I. K. . . .	426,84	2492,24
Knehui, Berg bei Czeladra, P. K. . .	660,30	3855,37
Lundenburg, Schloßthurm, B. K. . .	84,12	491,16
Nettin, Kirchthurm, I. K.	308,61	1801,92
Neutitschein, Pfarrthurm, P. K. . .	156,25	912,32
Prerau, Pfarrthurm, P. K.	113,41	662,18

15*

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in W. Kl.	in Par. Fuß.
Proßnitz, Stadt, O. K.	132,72	774,83
Raudenberg, Wald bei Grumberg, O. K.	500,84	2924,31
Radoschitz, Bergkuppe bei Trojanowitsch, P. K.	592,70	3460,67
Rotherberg, Berg bei Goldenstein, O. K.	700,10	4087,76
Salwiesen, Anhöhe bei Kunzendorf, O. K.	564,40	3295,43
St. Sebastian, Kirchthurm bei Nikolsburg, P. K.	191,59	1118,66
Sauberg bei Neudorf, O. K.	563,20	3288,43
Startz, Pfarrthurm, H. K.	259,37	1514,41
Schneeberg, Kuppe bei Spieglitz, O. K.	747,11	4362,24
Schwarze Leiten bei Goldenstein, O. K.	632,76	3694,57
Schwarzerberg bei Rothwasser, O. K. .	521,55	3045,24
Studeni, Kirchthurm, J. K.	341,11	1991,68
Skalka, Felsenspitze bei Großkunschitz, P. K.	506,18	2955,49
Spielberg bei Brünn, Thurmknopf . .	149,90	875,24
Stoleczni, Berg bei Hrozinkau, H. K.	503,68	2940,90
Tuchlahn, Berg bei Altendorf, O. K. .	537,76	3139,88
Ungarisch-Brod, Pfarrthurm, H. K. .	134,17	783,39
Ungarisch-Hradisch, Rathhausthurm, H. K.	88,58	517,20
Wissoka, Berg bei Karlowitz, P. K. .	537,52	3138,48
Weiskirchen, Pfarrthurm, P. K. . .	140,28	819,07
Wessely, Pfarrthurm des Marktes, J. K.	319,09	1863,11
Znaym, Rathhausthurm, Z. K. . . .	151,89	974,44

Barometrisch bestimmte Höhen.

In Böhmen und Schlesien.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in P. Fuß.
Arber-Berg im böhm. Walde	4320
Annaberg bei Eger	1748
Außig, Elbespiegel	372
Aurzim, Groß	1948
„ Klein	1794
Altbunzlau	534
Breslau	400
Brückenberg, Dorf	2293
Bornberg im Riesengebirge	3600
Brüx, Stadt	556
„ Schloßberg	1193
Budweis	1132
Buchberg in Schlesien	2410
Christianberg	1414
Dreisesselberg, im böhm. Walde	3972
Donnersberg oder Milleschau	2513
Eger, Stadt	1396
Egerfluß, Mündung	338
Elbebrunn im Riesengebirge	4374
Franzensbad	1417
Forst im Riesengebirge	3752
Gabel	755
Geherrnhaus, Basaltberg	1745
Grenzkoppe bei Reichenau	3238
Gottesgab	3091
Heidelberg im böhm. Walde	4332
Herrnkretscham	321
Hohenelbe im Riesengebirge	1488
Hirschensprung bei Karlsbad	1538
Hutberg	1463
Jauer in Schlesien	665
Joachimsthal bei Barbara Stollen	1455
Jauersberg	3000
Karlsbad	1220
„ Hirschensprung	1538
Kamnitz (böhmisch)	826

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Klattau	1203
Kolin (Neu)	648
Komotau	953
Königgrätz	693
Kuhaniberg	4218
Kulm	691
Kulmerberg bei Tetschen	1295
Kupferberg, Kapelle	2775
Liegnitz in Schlesien	365
Leutmeritz	416
Leippa (böhmisch)	711
Lowositz	414
Marienbad	1863
Marienberg bei Grulich	2302
Mellnik	646
Neudorf	1108
Nollendorf	1980
Ossegg, Stift	870
Peterswalde	1687
Pilsen	852
Podinbrad	539
Prag	592
Prag, Lorenziberg	942
Rachelberg im böhm. Walde	4278
Reichenau	1051
Reichenberg	1002
Rotenhaus	1170
Rad, großes, im Riesengebirge	4662
Riesenkoppe	4769
Rosenberg	1813
Saatz	727
Sonnenwirbel, Berg	3821
Schneeberg bei Tetschen	2149
„ bei Grulich	4272
Schreiner, Gipfel	3900
Seelau, Stift	1428
Spiegelberg im Riesengebirge	3882
Schlackenwerth	1273
Sturmhaube, große, im Riesengebirge	4476
Schneegrube	4488

Name der Station.	Höhe über der Meeres-fläche in Par. Fuß.
Tepel, Stift	1967
Tetschen, Schloß	458
Teplitz	643
Wiesenthal (böhmisch)	1704
Wiesenbaude im Riesengebirge	4092
Wallern-Steinberg im böhm. Walde	3210
Wolfberg bei Steinschönau	1836

Höhen in der Schweiz.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Albis-Hochwacht	2581
Alt Els	11432
Aporthorn	10213
Aarau	1140
Aversee-Thal in Graubündten	5000
Appenzell	2135
Basel, Rheinspiegel	752
„ Stadt	822
Balmhorn	11415
Bellinzona, Stadt	723
Bern	1792
Bernhardsberg, großer	8460
„ Hospiz	7668
„ kleiner, Hospiz	6750
Blümlisalp	11393
Brieg in Wallis	2184
Chur in Graubündten	1809
Chasseral	4666
Churfürst, großer, Berg	6950
Davos, Dorf in Engadein	4824
„ Kirche	4546
Dachberg in Graubündten	9350
Dödi, Berg in Graubündten	11110
Disentis in Graubündten	3550
Doldenhorn	11287
Einsiedeln, Maria	2850
Eiger, äußerer	12268
Engelberg, Kloster	3185
Entlibuch, Schloß	2240
Ezel im Canton Bern	6554
Finsterahorn, trig.	13205
Freyburg	812
Galanda, höchste Spitze	8360
Gadmenstock (hoch)	9525
St. Gallen	2086
Gallenstock	11323
Genf	1252
Genfer-See	1150
Geyrenspitze in Graubündten	7824

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Glaserberg in Graubündten	9725 9775
Glarus	1491
Grieshorn	9460
Griesberg, Paß	7338
Gotthard, Berg, trig. *)	8587
„ Hospiz	6440
Grimsel, Berg	9104
„ Hospiz	5757
„ Paß	6638
„ Todtensee	6630
Grindelwald, trig.	3507
Grindelwaldthal	5150
Hausstock, Berg	9660
Hospital, Dorf	4542
Hochhut	8328
Jungfrauhorn	12870
Kärsenstock	8405
Kandersteg, trig.	4543
Kistenberg	10398
Klaridenberg	10073
Kasten, hohe	5540
Laverzer See	1382
Lauffenburg am Rhein	888
Laussane	1533
Lauterbrunnen, trig.	2503
Lichtensteg in Graubündten	1979
Lucern	1320
Lungern	2148
Lugano=See	874
Mesmer, hohe	6680
St. Maria in Graubündten	5609
Meyringen	1751
Mondberg	7396
Mönch, trig.	12663
Molesson	6181
Murtnersee	1320
Münsterthal in Engadein	4077

*) Trig. bedeutet die trigonometrische Messung.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Neuschatel	1348
Ochsenstock	7373
Oberried, Dorf	1360
Oberalbis	2613
Oberalpsee	6199
Oberalpstock	10248
Offen, Scheideck, Paß nach Engadein . . .	6486
Pfeffersbad	2110
Peverin Piz in Graubündten	8427
Piz regneren in Graubündten	8660
Piz Valzhein in Graubündten	10220
Pilatusberg	6605
Pilatussee	5625
Reichenau, Dorf in Graubündten	1878
Reinfelden, Stadt	823
Rothstock, Berg	8828
Rhein, Ursprung	4770
Rheinfall bei Schafhausen	1013
Rigi-Kaltenbad	4456
Rigi Kulm	5551
Ritzlihorn	10173
Ringelberg in Graubündten	9725 9775
Roßberg	4836
Schafhausen, Rheinbrücke	1163
Schloßberg bei Uri	9766
Schreckhorn	12558
Segnes, oder Spitze des Tschingel in Graubündten	8900
Stanz	1338
Schwyz	1677
Sauren, Berg in Graubündten	9530
Schwarzwalter Sennhütte	4479
Sempacher See	1585
Semtiser See	3790
Sçesa piana, Monte	9112 9207
Scaletta, Scheideck, Paß	7820
Scheideck, großer, Paß	6089
Seealpsee	2052

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Sentis, hohe	7700 7669
Sitten	1746
Scheibe, ober Elm in Graubündten	9535
Solothurn, Aarspiegel	1310
Schärhorn in Graubündten	10185
Spitziberg	10678
Splügen in Graubündten, Paß	6451
„ Dorf in Graubündten	4620
Spannort, großer	10011
Stella, Berg in Graubündten	10485
Süstenhorn	10904
Tomberhorn in Graubündten	9795
Thuner See	1780
Tittlis	10296
Urseren am Gotthard	4435
Viznauerstock	4656
Vilan oder Augustenberg in Graubündten . .	7356
Vieschhörner	12500
Vierwaldtstädter See	1320 1393
Vogelberg	10278
Wetterhorn	11454
Zernetz, Innbrücke in Engadein	4261
Zinuskel in Engadein	4688
Zuger See	1303
Zürch	1251

Höhen in anderen Ländern von Europa.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Albujaras in Spanien	8700
Appeninen in Italien, höchste Punkte:	
Gran Sasso	8255
Monte Velino	7872
Monte della Sibilla	7038
Aetna oder Monte Gibello auf Sicilien, trig.	10484
Avignon in Frankreich	85
Agordo im Venetianischen	1947
Aiguille d'Argentier in Savoyen	12564
Air in Savoyen	768
Aiguille de Geant in Savoyen	13044
„ du Midi in Savoyen	12054
Anspach in Bayern	1100
Athos, oder Monte Santo im Hämusgebirge	6360
Augsburg	1464
Altenburg in Sachsen	350
Baden = Baden, Quelle	543
Bautzen in der Lausitz	578
Bayreuth in Bayern	1105
Ballou de Servance in den Vogesen	3726
„ d'Alsalce in den Vogesen	3870
Bassano im Venetianischen	459
Benn Gloe in Schottland	3495
„ Laibers in Schottland	3766
„ Newis in Schottland	4708
Belluno im Venetianischen	1281
Belchen im Schwarzwalde	4357
Berlin	123
Besançon in Frankreich	755
St. Blasien im Schwarzwalde	2277
Biberach in Deutschland	1652
Blauen, Berg im Schwarzwalde	3597
Blusberg im Thüringer Walde	2574
Bologna im Kirchenstaate	372
Botzdorf in Ungarn	2205
Bonn am Rhein	138
Borna in Sachsen	394
Braunschweig	292
Breithorn in Savoyen, trig.	11691

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Brocken, Berg im Harzgebirge	3464
Brüßel	262
Berchtesgaden in Bayern	1662 2006
Cantal in Auvergne	5988
Chiavenna in Italien	1080
Chaillot de Vieux in Piemont	10224
Clermont Ferrand in Frankreich	1262
St. Cloud in Frankreich	452
Cordova in Spanien	748
Comer-See in der Lombardie	772
Col de Laniere in Piemont, Gipfel	12990
Cervelo auf Corsica	5622
Constanz am Bodensee	1182
Col de Sair in Piemont	10338
Col de Geant in Savoyen	10578
Cassel	483
Combin in Savoyen	13252
Darmstadt	341
Dießenhofen am Rhein	1189
Dillingen in Bayern	1262
Dodeinaz in Savoyen	12571
Donaueschingen in Würtemberg	2124
Donauwerth in Bayern	1053
Donnersberg bei Trier, trig.	2090
Dresden	277
Düsseldorf am Rhein	120
Dessau im Anhaltischen	116
Eisenach in Thüringen	635
Ehrenbreitstein bei Coblenz	509
Ellwangen, Schloß in Würtemberg	1331
Elberfeld in Preußen	425
Erfurt in Preußen	585
Elionen (die drei), in Piemont	11953
Erlangen in Bayern	997
Escorial in Spanien	3408
Feldberg im Schwarzwalde	4608
Feltre im Venetianischen	971
Fichtelberg im Fichtelgebirge	3521
„ im Erzgebirge	3731

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Florenz	225
Foligno im Kirchenstaate	559
Fontainebleau in Frankreich	406
Frankfurt am Mayn	228
„ an der Oder	116
Freyberg in Sachsen	1146
Freyburg in Breisgau	862
Freisingen in Bayern	1096
Feldberg, großer, im Taunusgebirge	2605
Feldberg, höchster Rücken, im Schwarzwalde	4386
Fürth in Bayern	578
Füßen in Bayern	2455
Fulda in Kurhessen	838
Galgenberg im Westerwalde	2604
Gibraltar, Felsen	1400
Guadarama, Gebirg in Spanien	8000
Gießen in Hessen	437
Glatz	847
Göttingen in Hannover	412
Goldenstein in Mähren	1946
Gotha	878 924
Gänsehals im Siebengebirge	1547
Grenwich in England, Sternwarte	200
Grenoble in Frankreich	948
Halberstadt in Preußen	397
Halle in Preußen	574
Hannover	202
Hecla auf Island	4600 4790
Heilbronn in Würtemberg	515
Heidelberg am Nekar	313
Heiligerberg bei Heidelberg	1148
Herrnhut in der Lausitz	900 944
Hildesheim in Hannover	148
Hildburgshausen	1069
Hohenstaufen, Berg in Würtemberg, trig. . .	2253
Hundsrücken im Schwarzwalde	3815
Hochplatt in Bayern, trig.	6375

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Hohenzollern	2621
Iseran in Savoyen	12455
Ingolstadt	1016
Inselberg im Thüringerwalde	2832
St. Ildefonso in Spanien	3550
Jocelme in Piemont	13002
Karlsruhe	380
Käsmark in Ungarn	1850
Kempten in Bayern	2064
Königsthal im Odenwalde	2050
Königstein in Sachsen	1191
Kiölengebirg in Lappland, Spitze	5796
Königsstraße in den Carpathen	2244
Königsstuhl bei Heidelberg	1752
Kreuzberg im Rhöngebirge	2800 2533
Kölln am Rhein	130
Königssee in Bayern	2075
Käsmarker Spitze	7974
Krakau an der Weichsel	669
Lachna von Olymp, im Hämusgebirge . . .	6120
Lago maggiore in Piemont	642
Lahn, Ursprung	1720
Leipzig	316
Lindau am Bodensee, trig.	1196
Lomnitzer Spitze in den Karpathen	8100
Loupilan in Piemont	13260
Laurang in Piemont	11880
Loucyra in Piemont	13548
London	40
Ludwigsburg in Würtemberg	890
Luxemburg, Festung	1142
Lyon in Frankreich	228 538
Lüneville in Frankreich	651
Madrid	1830
Machairn im Juragebirge	5386
Magdeburg an der Elbe	204
Maczillicuddis-Reeghs in Irland	3193
Mailand	394

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Malhao de Serro in Spanien	8000
Mullhazen in Spanien	11081
Malchen oder Melibokus im Odenwalde, trig. .	1677
Marienberg in Sachsen	1886
Mannheim	258
Matterhorn in Savoyen	13854
Mittagshorn in Savoyen	11679
Meißen in Sachsen	258
Memmingen in Bayern	1884
Modena	201
Monaco in Piemont	1658
Montblanc in Savoyen, nach Tralles	14793
Monte Tournee in Piemont	10098
Mont Cenis in Piemont	11058
„ Paß	6363
„ See	5890
Monte Rosa in Piemont, trig.	14310
Mont Martre bei Paris	460
Mont tendre im Juragebirge	5178
„ Dole im Juragebirge	5176
Monte Maladetta in den Pyrenäen . . .	10192 10020
„ rotondo in Piemont	8225
„ Mezzin in Auvergne	6162
Moskau	1614
München, trig.	1568,5
Mont Perdu in den Pyrenäen	10310
Münster in Preußen	193
Neckar, Ursprung	2084
Nierstein am Rhein, trig.	594
Nocera in Neapel	1448
Nürnberg	1080
Nantes in Frankreich	75
Olymp auf der Insel Mytelene	3041
Ochsenkopf im Fichtelgebirge	4920
Olan in Piemont	12966
Offenburg im Badischen	508
Orbelos im Hämusgebirge	9000
Osnabrück in Preußen	197
Ozon in Piemont	12684

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in P. Fuß.
Padua	56
Paris, Plattform	262
„ Sternwarte	224
Parma	288
Passau in Bayern	789
Peißenberg, Berg in Bayern	3145
Peliour, Berg in Piemont	13237
Pesth in Ungarn	216
Preßburg in Ungarn	310
Petersburg	106
Pforzheim im Badischen	800
Piacenza	247
Piave, Ursprung	3978
Pierre sur Haut, in Auvergne	6144
Pic du Midi di Bigorre in den Pyrenäen	8958
Pillnitz in Sachsen	282
Pisa in Toskana	51
Pyrenäen, höchster Gipfel	10722
Plauen, in Sachsen	1048
Puy de Dome in Frankreich, trig.	4541
„ de Mari in Frankreich	5106
Ponteba im Venetianischen	1757
Po, Ursprung	6008
Raab in Ungarn	258
Reculet im Juragebirge	5361
Regensburg an der Donau	972
Reutlingen in Würtemberg	1142
Roc de Nieve in Piemont	12972
Roche Melün in Savoyen	10752
Rom, Capitol	141
Rosa Monte, in Piemont, trig.	14310
Reichenhall in Bayern	1915
Roßberg in der rauhen Alp bei Hechingen	3699
Radicofani in Toskana	2315
Schandau, Bad in Sachsen	350
Sutilelma in Schweden, höchste Spitze	5796
Schemnitz in Ungarn	2172
Schneekopf im Thüringerwalde	2886
Sigmaringen	1795
Schneehättan in Schweden	7620

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Syltoppen in Schweden	6079
Simplon, Berg, trig.	10830
„ Paß, trig.	6174
„ Dorf	4552
Snowdon in England	3355
Speier in Rheinbayern	304
Sule Tind in Norwegen	5524
Straßburg in Elsaß	450 474
Sonthofen in Bayern	2444
Spandau in Preußen	99
Stuttgard	837
Stockberg im Schwarzwalde	5338
Stockholm	300
Tagliamento, Ursprung	4142
Tarbes in Frankreich	983
Tegernsee in Bayern	2254 2342
Tivoli bei Rom	595
Toledo in Spanien	1734
Toulouse in Frankreich	548
Trier in Rheinpreußen	385
Tübingen, Neckarspiegel	1194
Turin, Stadt	607
„ Sternwarte	738
Tuttlingen in Würtemberg	2033
Teisendorf in Bayern	1530
Udine in Friaul	366 427
Ulm an der Donau	1138
Unökoe in den Karpathen	7392
Varese, See in der Lombardie	800
Verona, Stadtthurm, trig.	157,06
Vesuv, trig.	3695
Viso von Buistolas in Piemont, Spitze . . .	12987
Val ombrosa in Toskana	3063
Velan, höchste Spitze des Bernhard	10391
Wallersee in Bayern	2522
Wasserburg in Bayern	1241 1264

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Waldenburg in Sachsen	1359
Walkenried in Sachsen	2230
Wartburg bei Eisenach	1118
Weimar	650
Wetzlar, Spiegel der Lahn	390
Wichodna in Ungarn	2319
Weißwand in den Karpathen	3424
Warthaberg in den Sudeten	1702
Weißenberg, kleiner, im Thüringer Walde	2282
„ großer, im Thüringer Walde	2217
Wittenberg	248
Wurzelberg im Thüringer Walde	2374
Würzburg	525
Wachtkuppel im Rhöngebirge	1882
Wolkenburg im Siebengebirge	1015
Wannenflue im Juragebirge	3980
Weißenstein im Juragebirge	3966
Zittau in der Lausitz	664
Zobtenberg in den Sudeten	2318
Zellauer Laube im Thüringer Walde	2639
Zwieselberg im Harzgebirge	1302
Zollmijaur in Norwegen	2100

Höhen in Asien.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in P. Fuß.
Altai, kleiner	6558 9120
Annenur, Stadt am Caucasus	2670
Ararat in Armenien, höchster Gipfel	17000
Astrachan, Stadt	227
Caucasus, höchster Gipfel	16698
Chipca Pic	19411
Cholsum, Schneegebirge in Sibirien	6231
Chur in Ostindien	11394
Dhaibun	23214
Dhawalagiri, höchster Berg im Himalayagebirge, zwischen Tibet und Ostindien	26340
Dholagir	23999
Dorf im Himalayagebirge	13789
Dschamautre	23925
Dschawechir	24156
Gete auf der Insel Java	8000
Grenzgebirg zwischen China und Rußland	15810
Irkutzk im asiat. Rußland	1355
Italitz Koe im Altaigebirge	10018
Imaus	23424
Kasan, Stadt	1580
Kergen, Dorf am Caucasus	5646
Libanon	8946
Namaany Cooly Candy auf Ceylon	5206
Olymp auf der Insel Malacca	11400
Ophyr auf der Insel Sumatra	12976 12162
Oata-Dhoora, Paß in die chinesische Tartarei	16678
Pawdinskoi-Kamen im Ural-Erzgebirge	6367
Pic Adams auf Ceylon	5772
Salac auf der Insel Java	6674
Schlangenberg in Sibirien	1548
Sinai in Arabien	6951
Yamunavatari	22214
Vulcan, höchster, auf Sumatra	1377

Höhen in Africa.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Ambohistmenesche Gebirge auf Madagascar . .	10800
Atlas in Marocco, höchste Spitze	13200
„ Hochebene	10800
Capberg	1476
Dianenberg, Gipfel von St. Helena	2692
Esperanze auf den Canar. Inseln	2563
Guimar auf Teneriffa, Vulcan	4020
Kamberg	5300
Löwenkopf am Cap der guten Hoffnung . . .	2585
Nil, Ursprung	9912
Pic de Pozzo auf der großen Canar. Insel . .	5842
Pic auf Pico	6558
Pic auf den Azoren	7554
Pic Ruivo auf Madeira	5695
Pic von Teneriffa	11205
Pic de Teyde	11454
Salazes, Gebirg auf der Insel Bourbon . . .	10200
Schneeberge in Südafrica	6000
Tafelberg am Cap der guten Hoffnung, trig. .	4182
Teufels- oder Windberg am Cap	3100
Tereda auf den Canar. Inseln	2945

Höhen in America.

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Alleguanygebirge in Nordamerica	3055
Cordilleras de los Andos in Südamerica, höchster Gipfel	23646
Antisana, Vulcan	17958
„ Meierei	12608
Capac Urcu	16380
Catocache	15420
Cayambe Urcu	18330
Chimborasso, Spitze	20148
Cuptana	9546
Descabesado	20000
Illiniza	16302
Montana del Paraguay	8838
Pichaco de los Ladrillos	14412
Porto Chuelo, Spitze	5736
Pichincha Rucu	14940
„ Guagua	14748
Sierra Nevada de Merida de Maracaibo . .	14100
Sangay, Vulcan	16080
Volcan de Agua	10500
Assuay, höchster Punkt des Weges	14561
Caraccas, Stadt	2496
Caramanca, Ort in Peru	8460
Quito, Stadt	8943
Cuenca, Ort in Quito	7740
Cotopaxi	17713
S. Fe di Bogota	8180
Mexico, Stadt	7008
Pampa marca, Ort in der Provinz Quito . .	12672
Itambe in Brasilien	5590
Mont de beau temps	14004
Truxillo, Stadt	198
Paß von Quindiu	10794
Pico de Orizaba in Nordamerica, trig. . . .	16302
Eliasberg in den Cordilleras von Nordamerica, trig.	16785
Pic, große, in Nordamerica	18581
Siltlaltepel in Nordamerica	16332
Hochebene von Tinaras in Nordamerica . . .	8364

Name der Station.	Höhe über der Meeresfläche in Par. Fuß.
Hochebene von Las Joares in Nordamerica . .	8160
Purace, Vulcan	13650
Sierra de Cordova	9930
Wait-Hill in Nordamerica	7316
Washington, Stadt	9379
Watchusetzberge, höchste	2825
Micuipampa, Ort in Peru	10950
Blaue Berge auf der Insel Jamaica	6828
Pelèe auf der Insel Martinique	4416
Vulcan auf der Insel Guadeloupe	4794
Höhen in Australien.	
Egmont, Berg in Neuseeland	14370
Berg auf Otaheite	10230
Mavera Roah auf der Insel Oweisi	13524
Mowee auf einer der Sandwichsinseln . . .	8076
Tafelberg in van Diemensland	6000

II. Abschnitt.

Thermometrische Höhenmessung.

§. 156. Der Grad der Siedhitze des Wassers hängt von dem Luftdrucke ab, unter welchem das Wasser siedet, und zwar so, daß unter einem größeren Luftdrucke die Siedhitze größer, unter einem kleineren Luftdrucke aber kleiner ist. (§. 28). Der Luftdruck nimmt von unten nach oben ab (§.73), folglich muß auch die Siedhitze von unten nach oben abnehmen, und man kann von der Abnahme des Luftdruckes auf die Abnahme der Siedhitze schließen. Eben so kann man von dem größeren oder kleineren Grade der Siedhitze auf einen größeren oder kleineren Luftdruck unmittelbar, und auf die größere oder kleinere Höhe der Station, an welcher die Siedhitze beobachtet wird, mittelbar den Schluß machen. Die Art und Weise nach dem Grade der Siedhitze des Wassers die Höhen zu bestimmen, wird die thermometrische Höhenmessung genannt, weil das hiezu nothwendige Instrument ein Thermometer ist.

§. 157. Ein Thermometer zu diesem Zwecke hat zuerst Fahrenheit angegeben. Das Gefäß dieses Instrumentes ist cylindrisch und mit einer so langen Röhre verbunden, daß, wenn das Quecksilber in der Siedhitze des Wassers bei dem Barometerstande 28 E. Zoll nur ein wenig aus dem Cylinder in die Röhre reicht, es in der Siedhitze des Wassers bei dem Barometerstande 31 E. Zoll die ganze Röhre anfülle. An der Röhre ist die Scale, an welcher die Barometerstände 28, 29, 30, 31 E. Zolle mit deren Dezimalbruchtheilen an jenen Stellen bemerkt sind, bis auf welche das Quecksilber des Thermometers in der, den Barometerständen entsprechenden Siedhitze des Wassers steigen würde. Fahrenheit nannte dieses Instrument Thermo-Barometer. Cavallo verwendete zu demselben Zwecke ein sehr empfindliches gewöhnliches Thermometer, welches in ein zinnernes 2 E. Zoll weites und 5 E. Zoll tiefes cylindrisches Gefäß so gestellt ist, daß es von dem Boden 1 E. Zoll absteht. An der Thermometerscale liest man auf einer Seite die Hitzegrade von 200° bis 216° F. und gegenüber die denselben entsprechenden Barometerstände nach Schukburgh. Von diesen verschieden ist das Luftbarometer, welches Desaguliers zum Nivelliren gebrauchte. Es ist ein Luftthermometer mit großer Kugel, welche in einem zinnernen

Gefäße, in dem man das Wasser siedet, befestiget wird. Die Scale hat die Länge von 10 E. Zoll, nnd jeder Zoll ist in 10 Theile eingetheilt. Der Abstand zweier Theilstriche stimmt mit 1 E. Fuß in der Höhe überein, und das Instrument reicht hin, Höhen von 100 E. Fuß zu messen.

Hypsothermometer nach Wollaston.

§. 158. Das Thermometer zu Höhenmessungen, welches seines Gebrauches wegen Hypsothermometer genannt werden kann, verbesserte Wollaston*), indem er an eine weite Kugel, eine enge Röhre anbrachte. Es ist Fig. 20 vorgestellt. Die Kugel A hat im Durchmesser 1 E. Zoll, sie ist dick und stark im Glase, und deßwegen aus einer Röhre, deren Glasdicke etwa $\frac{1}{40}$ E. Zoll beträgt, geblasen. Es ist nothwendig, der Kugel durchaus die gehörige Stärke und eine gleichförmige Dicke zu geben, damit der Druck des Quecksilbers an keiner Stelle eine Veränderung des Volumens bewirken könne. An die Kugel ist eine kurze weitere Röhre CE angeschmolzen, deren Rauminhalt so groß seyn soll, daß sie das Quecksilber, welches in der Siedhitze auf den höchsten Punkten, die man zu messen gedenkt, aus der Kugel getrieben wird, möglichst genau fassen könne. Mit dieser wird, sobald die Kugel mit Quecksilber angefüllt ist, eine mit einem Knie bei E versehene, oder auch gerade, feine und wohl calibrirte (§. 22) Röhre FE, die sich bei F in einen etwas weiteren mit scharfen Kanten e e versehenen Ansatz g endet, verbunden. Diese Verbindung bei E soll glatt und ohne Blasen seyn, damit daselbst weder die Luft, noch das Quecksilber zurückgehalten werde; auch muß verhütet werden, daß die feine Röhre durch das Anschmelzen an dieser Stelle sich nicht erweitere, weil durch eine Erweiterung der Genauigkeit der Scale Abbruch geschehen würde; indem die Röhre, wenigstens an dieser Stelle, nicht calibrirt wäre. Das Verhältniß des Durchmessers der feinen Röhre zum Durchmesser der Kugel ergiebt sich auf dieselbe Weise, wie bei anderen Thermometern. Z. B. wenn an eine Kugel von 6,4 E. Zoll Durchmesser eine Röhre angeschmolzen wird, in welcher 28 Grade etwa 4 Zoll lang sind, so würden die einzelnen Grade, wenn diese Röhre an eine Kugel von 1 Zoll Durchmesser angeschmolzen würde, nahe 1 Zoll lang werden. Die Länge der feinen Röhre richtet sich ebenfalls, wie bei anderen Thermometern, nach dem Umfange, den man der Scale (§. 26) geben will.

*) Schweiggers Journal für Chemie und Physik, B. 23.

Nachdem das Instrument so weit fertig ist, stellt man die Kugel in siedendes Wasser, durch dessen Hitze das Quecksilber ausgedehnt und in der feinen Röhre zum Steigen gebracht wird. Jenes, welches in den Ansatz g gelangt, wird schnell abgegossen und darnach die Oeffnung von g, während das Ganze noch heiß ist, hermetisch verschlossen.

§. 159. An der feinen Röhre befindet sich die Scale zur Bestimmung der Siedhitze des Wassers. Der niederste Temperaturgrad soll jener seyn, unter welchem das Wasser auf der höchsten Station, die man zu messen gedenkt, siedet. Soll z. B. das Instrument zur Messung der Höhen bis 5000 E. Fuß dienen, so ist es hinreichend, wenn der tiefste Grad der Scale 200° F. anzeigt; soll es aber für Höhen bis 10000 E. Fuß anwendbar seyn, so muß der tiefste Grad 190° F anzeigen, weil auf solchen Höhen das Wasser unter den genannten Temperaturen siedet. Ist die Höhe, zu deren Bestimmung das Instrument ausreichen soll, festgesetzt, so wird die Kugel in reines Wasser gestellt, dieses bis auf jenen Temperaturgrad, bei welchem es auf der festgesetzten Höhe sieden würde, erwärmt und sobald ein anderes Thermometer diesen Wärmegrad des Wassers anzeigt, die Höhe des Quecksilbers in der feinen Röhre beobachtet und bezeichnet. Um die höheren Grade der Scale zu erhalten, wird das Wasser allmählig um 1° F. erwärmt, und sobald ein gewöhnliches empfindliches Thermometer diesen Wärmegrad anzeigt, der entsprechende Stand des Quecksilbers in der feinen Röhre bemerkt. Der Abstand dieser zwei Theilstriche ist die Länge eines Grades. Die höheren Grade werden leicht bestimmt, indem man den Abstand der ersten zwei Theilstriche als Einheit annimmt und durch diese die Länge der feinen Röhre weiter eintheilt. Zur Messung größerer Höhen muß die feine Röhre und die Scale länger seyn, weil das Wasser schon bei minderen Temperaturen siedet, mithin der Anfangspunkt der Scale tiefer liegt. So müßte in den obigen Beispielen die Scale für Höhen bis zu 5000 E. Fuß 12° F. und für Höhen bis zu 10000 E. Fuß 22° F. anzeigen.

§. 160. Der Abstand zweier Theilstriche oder die Länge eines Grades auf der Scale hängt von dem Verhältnisse der Durchmesser der feinen Röhre und der Kugel ab. Wollaston gebrauchte Instrumente, auf deren Scalen die einzelnen Grade von $1/2$ bis 10 E. Zoll hatten. Bei der Vergleichung derselben fand er, daß jene Scale am zweckmäßigsten sey, bei welcher 1° F. die Länge von beinahe 1 E. Zoll, oder genauer 0,97 E. Zoll hat, weil bei größerer Länge der Grade die Röhre zu enge werden, oder die Kugel größer seyn müßte. Bei-

des geht nicht gut an, weil in zu engen Röhren die Reibung und die Capillarität der Bewegung des Quecksilbers mehr Widerstand leisten, und daher der Kugel kaum jene Stärke gegeben werden könnte, die nothwendig wäre, um bei wiederhohlten Versuchen das Quecksilber auf die gleiche Höhe zu treiben; bei zu weiten Kugeln hingegen die Stärke nach §. 158 schwer zu erreichen wäre. Die einzelnen Grade werden in kleinere Theile eingetheilt und zwar, wenn sie beinahe die Länge eines E. Zolles haben, in 24 oder nach Wollaston, die Länge von 4,15 E. Zoll in 100 Theile, und mittelst des Nonius in 1000 Theile, so daß auf die Länge eines Grades F. 233 Theile kommen. Als Absehen auf dem Nonius dienen zwei dicke Blätter Papier, das eine weiß, das andere schwarz, welche übereinander liegend gerade durchschnitten werden. An der Durchschnittsfläche entsteht eine Linie zwischen schwarz und weiß, diese ist das Absehen und soll in der Ebene des höchsten Punktes der Quecksilbersäule zur Zeit der Beobachtung eingestellt werden. Die Grade und deren Theile werden mit einer Loupe von 1 Zoll Sehweite abgelesen, damit die Fehler der Parallaxe möglichst beseitiget werden.

Bei diesen Thermometern kann die Einstellung des Nonius ohne Nachtheil geschehen, weil die Nähe des Körpers die Siedhitze nicht steigert (§. 26).

§. 161. Das Gefäß zum Sieden des Wassers ist ein blecherner Cylinder 5,5 E. Zoll tief und 1,2 E. Zoll weit, dann zur Zusammenhaltung der Hitze mit einem zweiten Cylinder in der Entfernung von 1,4 E. Zoll, der aufwärts kegelförmig zuläuft, gleichsam wie mit einem Mantel umgeben. Im Innern des Siedgefäßes ist ein messingener Rand zur Einstellung der Kugel, welche nicht in das siedende Wasser selbst gestellt, sondern bloß den Dämpfen desselben ausgesetzt werden darf, weil diese eine gleichförmigere Hitze haben als das Wasser. Unter dem messingenen Rande geht aus dem innern Raume des Gefäßes ein 0,2 E. Zoll weites Röhrchen nach außen durch den Mantel, welches, wenn man die Dämpfe in die Luft herauslassen will, geöffnet wird. In das Siedgefäß wird so viel Wasser gefüllt, daß die Kugel des Thermometers von der Oberfläche des Wassers 1, 25 E. Zoll entfernt bleibe. Um die gehörige Menge zu treffen, gebraucht man einen anderen blechernen Cylinder von 1,2 E. Zoll Weite und 2,1 E. Zoll Tiefe als Maß. Die Erhitzung des Wassers geschieht mittelst einer Lampe, welche mit Oel oder Talg genährt wird. Der ganze Apparat läßt sich in eine blecherne, 2 E. Zoll weite und 10 E.

Zoll tiefe Büchse einpacken, und wiegt nach Wollaston nicht mehr als 1 Pfund 4 ½ Unzen E. Gewicht.

Höhe der Beobachtungsstation nach den Graden des Hypsothermometers.

§. 162. Wollaston bestimmte nach den Versuchen des Ure die den Graden des Hypsothermometers entsprechenden Barometerstände. Er fand, daß das Wasser, wenn es an einer Station bei dem Barometerstande 30 E. Zoll, und der Temperatur 212° F. siedet, unter dem Luftdrucke $\frac{30}{1,23} = 24,399$ E. Zoll bei 202° F. und unter dem Luftdrucke $\frac{30}{1,23 \times 1,24} = 19,676$ E. Zoll bei 192° F. siede. In der Folge setzte er anstatt 1,23, die Zahl 1,231, und berechnete darnach die den Barometerständen entsprechenden Grade der Siedhitze des Wassers, wie auch die Höhe der Beobachtungsstation über jene Station, an welcher der Barometerstand 30 E. Zoll ist. Nachstehende Tafel *), die ich auf Pariser Maß reduzirte, enthält die Resultate dieser Rechnung.

*) Gehler neues physikalisches Wörterbuch: »Thermometrische Höhenmessung.«

Siedhitze des Wassers nach Fahrenheit.	Barometerstand		Log. des Barometerstandes		Höhe über der Station, wo der Barometerstand 30 E. Zoll, und die Siedhitze 212° F. ist.	
	nach Engl. Zoll.	nach Paris. Zoll.	für Engl. Zoll.	für Pariser Zoll.	in Engl. Fuß.	in Pariser Fuß.
213	30,6149	29,0127	1,4859323	1,4625882	— 528	— 500,365
212	30,0000	28,4300	1,4771213	1,4537769	0	0
211	29,3949	27,8662	1,4682712	1,4450746	+ 531	+ 503,209
210	28,7993	27,2915	1,4593820	1,4360274	1064	1008,313
209	28,2133	26,7361	1,4504538	1,4270980	1600	1516,259
208	27,6367	26,1904	1,4414865	1,4181421	2138	2026,101
207	27,0695	25,6529	1,4324802	1,4091364	2678	2537,838
206	26,5115	25,1237	1,4234348	1,4000716	3221	3052,419
205	25,9627	24,6033	1,4143504	1,3909881	3766	3568,895
204	25,4230	24,0919	1,4052270	1,3818711	4313	4087,267
203	24,8923	23,5896	1,3960645	1,3727206	4863	4608,481
202	24,3704	23,0950	1,3868630	1,3635180	5415	5131,590

Nach dieser Tafel wachsen die Höhen der Orte, wenn die Siedhitze abnimmt und zwar, wenn die letztere von 212° auf 211°, von 211° auf 210°, von 210° auf 209° u. s. w. sinkt, so nimmt die Höhe um 531, 533, 536, 538, 540, 543, 545, 547, 550, 552 u. s. w. E. Fuß zu. Demnach wird die Höhe der Atmosphäre, wie bei der Schichtenmethode (150) in Schichten von zunehmender Höhe eingetheilt. Wenn die Siedhitze nicht in ganzen Graden, sondern auch noch in Dezimalbruchtheilen beobachtet würde, so müßte von der, den ganzen Graden entsprechenden Höhe für jeden Zehntelgrad 53,1; 53,3; 53,6 u. s. w.; für jeden Hundertelgrad 5,31; 5,33; 5,36 u. s. w. abgezogen werden, je nachdem die betreffende Siedhitze zwischen 212 und 211, zwischen 211 und 210 u. s. w. enthalten wäre, weil die größere Siedhitze auf einer kleineren Höhe statt findet.

Auf der Scale eines sehr empfindlichen Instrumentes des Wollaston hatte 1° F. die Länge von 2, 3 E. Zoll, und mit dem Nonius 552 Theile. Auf der vergoldeten Gallerie der St. Paulskirche zu London beobachtete er die Siedhitze um 298 solcher Theile kleiner, als am Boden der Kirche, also 254 Theile. Entspricht nun einem Grade F. die Höhe 530 E. Fuß, so verhalten sich 552 Theile zu 530 E. Fuß, wie 254 Theile zu x, und x = 243,87 E. Fuß.

Diese Art, Höhen zu messen, wäre allerdings die einfachste, wenn die aufgestellte Proportion nicht bloß für die Siedhitze zwischen 212° und 211°, sondern auch für jede andere Siedhitze gültig wäre.

§. 163. Das Verfahren bei der Höhenmessung mit dem Hypsothermometer ist sehr einfach; man stellt nämlich den Apparat an der zu bestimmenden Höhe auf, siedet das Wasser und beobachtet die Siedhitze desselben. Während des Siedens wird die feine Röhre einige Mal an der Seite mit dem Finger geklopft, um das Quecksilber von dem Glase frei und beweglich zu machen. Für die beobachtete Siedhitze giebt die Tafel die Höhe über jene Station, wo die Siedhitze 212° F. und der Barometerstand 30 E. Zoll ist.

Wollte man die relative Höhe über eine andere entferntere Station bemessen, so müßte an der unteren und an der oberen Station die Siedhitze gleichzeitig beobachtet werden. Bei geringeren Entfernungen der beiden Stationen wäre es auch zuläßig, die Siedhitze mit demselben Instrumente nach einander zu beobachten, weil in einer kurzen Zeit der Luftdruck sich nicht ändert, folglich auch die Siedhitze beständig ist.

Wollaston giebt Beispiele von so bestimmten Höhen an, die nebstbei barometrisch und trigonometrisch gemessen wurden. In einem Falle gab

die thermometrische Messung die Höhe 3546,2 E. Fuß;
die barometrische „ „ „ 3548,9 E. Fuß;
die trigonometrische „ „ „ 3555,4 E. Fuß;

In einem andern Falle war die Höhe
nach der thermometrischen Messung 2350,5 E. Fuß;
nach der barometrischen „ 2391,8 E. Fuß;
nach der trigonometrischen „ 2371,0 E. Fuß;

Im allgemeinen sind die Resultate der thermometrischen Messung etwas kleiner, als jene der beiden anderen Messungsmethoden; im zweiten Falle aber ist der Unterschied beträchtlich. Wollaston erklärt dieses aus einem starken Winde, gegen welchen er die Lampe, ungeachtet die Lampe und das Wassergefäß von einem kupfernen Gefäße umgeben waren, nicht genug schützen konnte, wodurch der Wasserdampf um $\frac{1}{28}$ F. mehr, als das Thermometer abgekühlt worden wäre.

Uebrigens fand Wollaston dieses Instrument so empfindlich, daß, wenn die Veränderungen an seiner Scale zu den Veränderungen eines gewöhnlichen Barometers sich nur wie 5 : 3 verhalten, wie es bei Graden, die einen Zoll zur Länge haben, (§. 160) der Fall ist, die Höhe eines gewöhnlichen Tisches durch den Unterschied des Grades der Siedhitze gemessen werden kann.

§. 164. Obschon die thermometrische Höhenmessung auf einem erwiesenen Naturgesetze beruht, so dürfte doch der Gebrauch des Barometers vortheilhafter seyn. Denn, abgesehen von den Schwierigkeiten bei der Verfertigung eines genauen Hypsothermometers, hat die Scale des letzteren niemals jene Zuverläßigkeit wie eine Barometerscale, weil die Grade für jenen mittelst eines gewöhnlichen Thermometers bestimmt werden, wobei man wegen des kleinen Gesichtswinkels und wegen der optischen Parallaxe leicht einen kleinen Fehler begehen kann, der dann auf die Höhenbestimmung von großem Einflusse wäre. Auch ist die Beobachtung des Hypsothermometers etwas unsicher, weil das Quecksilber in der Siedhitze des Wassers auf- und niederschwankt, welches von der wallenden Bewegung des siedenden Wassers gegen die Kugel herrühren mag. Endlich ist in der beobachteten Siedhitze noch einige Unsicherheit, da durch eine kleine Wassermenge eine große Quecksilbermasse erwärmt werden soll, und der Wind, wie Wollaston selbst erfahren hat, anders auf die Dämpfe in dem Siedgefäße, als auf die aus diesem hervorragende Thermometerröhre einwirkt.

In der Anwendung ist die thermometrische Höhenmes-

sung keineswegs einfacher, als die barometrische; denn zur Zusammenstellung des Siedapparates und zum Sieden des Wassers wird mehr Zeit erfordert, als zur Aufstellung und Beobachtung eines Barometers, welcher Umstand besonders auf hohen Bergen, wo Stürme und Kälte den längeren Aufenthalt oft erschweren, zu berücksichtigen ist. Ein Hypsothermometer mit einer großen mit Quecksilber gefüllten Glaskugel und einer dünnen, für die Messung hoher Berge dothwendig langen Röhre erfordert mehr Behutsamkeit beim Gebrauche als ein Barometer, und dieses, besonders nas heberförmige, hat auch nicht mehr Gewicht, als der thermometrische Apparat sammt dem Brennmateriale und Wasser, welches rein seyn und in der gehörigen Menge mitgetragen werden muß, wenn man mehrere Höhen nach einander bestimmen will.

Uebrigens müssen bei dieser Messungsmethode ebenfalls gleichzeitige Beobachtungen an der unteren und an der oberen Station angestellt werden, wenn der gleichzeitige Unterschied der Siedhitze des Wassers an beiden Stationen bekannt werden soll. Auch ist die aus der Tafel §. 162 entnommene Höhe eben so nur als vorläufige anzusehen, wie die nach der barometrischen Grundformel (§. 75) und nach der Schichtenmethode (§. 150) bestimmte, weil die Siedhitze mit dem Luftdrucke nnd dieser mit der Luftwärme, Luftfeuchtigkeit und Schwere sich ändert. Die vorläufig bestimmte Höhe bedarf daher der Correctionen. Diese sind aber keineswegs noch auf so feste Grundsätze zurückgeführt, wie für die barometrischen Höhenformeln. Aus den angeführten Gründen ist es nicht wahrscheinlich, daß die thermometrische Messung mehr leisten werde, als die barometrische, wenn auch die Empfindlichkeit des Hypsothermometers bei kleinen Höhenunterschieden, z. B. der Höhe eines gewöhnlichen Tisches größer ist, als jene des Barometers.

III. Abschnitt.

Ueber die botanische Höhenbestimmung nach der Pflanzengeographie.

§. 165. Die Klassen oder natürlichen Familien der Pflanzen sind auf der Oberfläche der Erde zwar überall, aber nach der geographischen Breite und Länge, nach der Beschaffenheit des Bodens und nach der Höhe des Standortes über der Meeresfläche auffallend verschieden verbreitet.

1. In Beziehung auf die geographische Breite fand Alex v. Humboldt*) bei seinen ausgebreiteten Untersuchungen dieser Art, daß gewisse Formen von dem Aequator gegen die Pole hin gemeiner, andere Formen dagegen von den Polen gegen den Aequator hin häufiger werden; während wieder andere Formen in der gemäßigten Zone selbst in der größten Anzahl vorkommen und von da sowohl gegen den Aequator als gegen die Pole gleichmäßig abnehmen. Ueberhaupt aber gilt das Gesetz, daß die Pflanzen, je niederer ihre Organismen, desto allgemeiner verbreitet sind. So gibt es Pilze, Schwämme, Algen, Lichenen, selbst Leber- und Laubmoose überall auf der Erde und in den Meeren und Gewässern. Vollkommnere Pflanzen dagegen sind von Natur weniger allgemein verbreitet, wenn sie auch bei der gehörigen Pflege in den entferntesten Erdstrichen gedeihen können.

2. Die gleiche geographische Breite erzeugt nicht allezeit dieselben Pflanzenformen, indem auf diese auch die Länge einen Einfluß hat. Die östlichen Länder sowohl der alten Welt, als auch Amerika's bis zu den Alleghany's haben eine niedrigere Temperatur, als die westlichen Länder dieser Welttheile. Daher kommt es, daß manche Bäume, die in Norwegen noch unter dem Polarkreise gedeihen, in dem Erdstriche zwischen Asien und Europa kaum bis auf 60° fortkommen, z. B. die Kreuztanne, die Eberesche (sorbus aucuparia), die Espe (populus tremula), der Faulbaum und der Wachholder. In Lithauen und Preußen kommt weder der Weinstock, noch der Pfirsich- und Aprikosenbaum fort, wenigstens werden die Früchte nicht reif, was jedoch unter derselben Breite in England der Fall ist.

3. Auf die Vegetation hat auch der Boden einen Ein-

---

*) Schweigger Journal der Chemie und Physik, B. 18.

fluß. Bei nicht gar zu verschiedenem Klima erzeugt der gleiche Boden die gleichen Pflanzenformen. So erzeugt der Salzboden fast überall Chenopodeen; der Kalkboden die ausgezeichnetsten Gestalten der Pflanzen; Urgebirge scheiden die Floren der angränzenden Länder.

4. Endlich sind die Pflanzen sehr verschieden nach der Höhe ihres Standortes über der Meeresfläche. Als Alex. v. Humboldt*) auf den Gipfel des Chimborasso stieg, so fand er von der Südsee an bis zu einer Höhe von 2400 bis 3000 Par. Fuß, Palmen und Pisanggewächse, Theophrasten, Musaenden, Plumerien, Cäsalpinien und Heliconien. Weiter aufwärts bis fast auf 9000 Par. Fuß Höhe erscheinen baumartige Farrenkräuter, tropische Eichen, Cinchonen. Auf die Chinabäume folgen die Escallonien und Zimmt-Wintern, welche die Höhe von 9600 bis 12000 Par. Fuß erreichen. Endlich hören die zwergartigen Bäume aus der Myrtenfamilie gänzlich auf; kräuterartige Alpenpflanzen mit zarter Wolle dicht bedeckt, reichen bis 12600 Par. Fuß Höhe. Dann folgt die öde Grasflur, die in der Ferne gelblich leuchtet. Wo die Gräser aufhören, bedecken kryptogamische Gewächse, besonders Isidien und Leprarien den nackten Trapp-Porphyr. In einer Höhe endlich von 15000 Par. Fuß, die den Montblanc um einige Toisen übertrifft, beginnt der ewige Schnee.

Ringier und Schübler**) beobachteten die Vertheilung der 60 Familien der Phanerogamen, welche die Flora der Schweiz vorzüglich ausmachen, nach der Höhe über der Meeresfläche. Sie theilten diese Höhe in vier Regionen ein, nämlich in die Ebenen bis 2000 Par. Fuß, in die bergigen Gegenden bis 3500 Par. Fuß, in die niederen Alpen bis 5500 Par. Fuß, und in die hohen Alpen bis zur Schneegrenze oder ungefähr 8000 Par. Fuß.

Nach den Resultaten ihrer Beobachtungen werden im Allgemeinen die Cyperaceae, Junci, Ericaceae, Amentaceae und Coniferae in den höheren Gegenden häufiger (entsprechend der Zunahme dieser Familien von dem Aequator gegen die Pole); dagegen sind die Leguminosae, Rubiaceae, Labiatae, Euphorbiaceae und Malvaceae zahlreicher in den tieferen Gegenden (entsprechend der Zunahme dieser Familien bei der Annäherung gegen den Aequator). Die Cruciferae

---

*) Gilb. Ann. der Physik, B. 24.

**) Disertatio botanica de distributione geographica plantarum Helvetiae Tubingae 1823 und Schweigger Journal für Chemie und Physik, B. 40.

und Umbelliferae erreichen ihr Maximum in den Alpen (entsprechend dem Maximum in den gemäßigten Zonen überhaupt, aber mehr in den kalten Gegenden als gegen den Aequator). Von den Compositis, (welche sonst ihr Maximum in den gemäßigten Zonen erreichen) finden sich die Cichoraceae und Corymbiferae häufiger in den höheren Gegenden, während die Cynarocephalae und Dipsaceae zahlreicher in den tieferen Gegenden vorkommen.

Die einzelnen Hauptabtheilungen der größeren Familien zeigen nicht immer gleiche Verhältnisse. So nehmen zwar die Cyperaceae und Iunci in den höheren Gegenden, die ächten Gräser aber in den tieferen Gegenden an Häufigkeit zu. Unter den Rosaceen erreichen die Dryaden und Agrimonien ihr Maximum in den Alpen, die eigentlichen Rosae, Pomaceae, Drupaceae in den tieferen Gegenden.

Von den sechzig Familien der Schweizer Flora nehmen fünfzehn Familien von der Tiefe gegen die höheren Gegenden an Häufigkeit zu und erreichen ihr Maximum in diesen.

Die Pflanzen von dreiundzwanzig Familien vermehren sich von den höheren gegen die tieferen Gegenden und erreichen ihr Maximum in den tiefsten Gegenden.

Die Pflanzen von sieben Familien nehmen zwar nach oben zu, aber einige derselben kommen in den niederen Alpen unter 5500 Par. Fuß am häufigsten vor; andere hingegen erreichen schon in minderen Höhen ihr Maximum.

Die Pflanzen von fünfzehn Familien nehmen von oben nach unten zu; es erreichen jedoch ihr Maximum einige derselben in den mittleren Regionen, andere hingegen in etwas höheren Gegenden.

Die nördliche Schweiz besitzt verhältnißmäßig mehr Gramineae, Liliaceae, Alismaceae, Euphorbiae, Valerianae, Portulaceae, Thymeleae und Acera, als die südliche Schweiz. Diese Familien erreichen aber ihr Maximum daselbst nicht in den Alpen, sondern schon früher.

Ausschließlich in geringen Breiten, in der Region zwischen den Wendekreisen, gedeihen die Familien der Palmen, Scitaminen, Museen, Myrteen, Sapindeen und Anoneen; die Gattungen, Epidendrum santalum, Olax, Cymbidium u. s. w., die Arten Heliotropium indicum, Pistia stratiotes, scoparia dulcis u. s. w. Unter der Breite von 68° am Nordcap gedeihet noch die Erdbeere. Den höchsten Standort in Europa scheint unter den vollkommneren Pflanzen Daphne Cneorum zu haben, da es auf dem Montblanc in der Höhe 10680 Par. Fuß und auf dem Montperdu in den Pyrenäen bei 9036 Par. Fuß noch vorkommt. In den Gebirgen nächst Innsbruck erreicht unter den vollkommneren Gewächsen den

höchsten Standort Geum reptans, welches noch bei 8200 Par. Fuß auf dem Glungeser angetroffen wird.

Jener Theil der Botanik, dessen Gegenstand es ist, die Formen der Vegetation nach der geographischen Breite und nach der Höhe über der Meeresfläche, so wie ihre Grenzen nach beiden Beziehungen zu bestimmen, heißt die Pflanzengeographie.

Gleichwie die politische Geographie die ganze Erde, oder einen Welttheil, oder nur ein Land zum Gegenstande der Behandlung machen kann, so kann sich auch die Pflanzengeographie über einen größeren oder kleineren Theil der Erdoberfläche, über einen Landstrich, oder bloß über ein einzelnes Gebirg erstrecken. Dieses Studium hat in den neuesten Zeiten durch die vereinigten Arbeiten vieler Reisenden so schnelle Fortschritte gemacht, daß man bereits die Form und die Grenzen der Vegetation in Schweden und Norwegen, in Lappland, in der Schweiz, auf den Pyrenäen, am Caucasus und in den Cordilleren America's erforscht hat.

§. 167. Die Stützen einer jeden Pflanzengeographie sind barometrische Höhenmessungen und Beobachtungen der Temperatur; daher dieses Studium erst seit der Zeit sich zu einer Wissenschaft erhoben hat, als die barometrische Höhenmessnng vervollkommnet und die mittleren Temperaturen genauer beobachtet wurden. Es ist jedoch hier nicht die jährliche mittlere Temperatur der Luft, sondern vielmehr die mittlere Temperatur des Sommers, welche eigentlich die Vegetation hervorruft und nach ihrem Grade und Anhalten die Art der Vegetation bestimmt, verstanden. Auch ist nicht die mittlere Temperatur der Luft allein, sondern vielmehr die mittlere Temperatur der Erde vom großen Einflusse, weil von der letzteren die productive Kraft des Bodens abhängt. Diese mittlere Temperatur haben Saussure, Cavendisch, v. Buch, Wahlenberg, aus der mittleren Temperatur der Quellen, welche aus der Erde in verschiedenen Höhen hervorsprudeln, zu entnehmen vorgeschlagen; denn die Quellen haben mehrentheils die mittlere Temperatur der Erde, und würden sie auch immer haben, wenn mit ihnen nicht kleine Wasseradern aus größeren Höhen sich vereinigten. Wahlenberg fand, daß die Temperatur der Quellen ein Mittelglied zwischen der eigenen Temperatur der Gewächse und zwischen der Temperatur der sie umgebenden Luft sey und daß zwischen der Erdtemperatur und Vegetation mehr Uebereinstimmung herrsche, als zwischen dieser und der Lufttemperatur, weil der Schnee im Winter die Erde bedeckt und das Eindringen der Winterkälte hindert.

Dieser Gelehrte bemerkte auch in Schweden, daß die

Quellen am Ende des Frühjahres am kältesten, im Herbste hingegen am wärmsten sind und zwar so, daß die unbeständigen Quellen ihre größte Wärme am Ende August, die beständigen aber im September erreichen. Er konnte deßwegen die Quellenwärme aus wenigen Beobachtungen in diesen Jahreszeiten erkennen und dadurch leichter zur Kenntniß der mittleren Erdwärme gelangen, als durch die Beobachtung der Lufttemperatur. Demnach ist die Pflanzengeographie eine Wissenschaft, welche die Botanik mit der Physik und Geognosie in Berührung bringt. Sie wird auf desto festere Grundsätze gebaut seyn, je richtiger die physikalischen, das Klima betreffenden Grundsätze auf die Pflanzen angewendet und je genauer die barometrischen Höhenmessungen und Temperaturbeobachtungen vorgenommen werden.

§. 168. Bei der Erforschung der Gesetze, nach welchen die Pflanzen auf der Oberfläche der Erde verbreitet sind, theilt man diese gewöhnlich, nicht allein nach der geographischen Breite in Zonen, sondern auch nach der Höhe über der Meeresfläche bis zur Schneegrenze in gewisse Regionen ein, als deren Grenzen man das Aufhören der Vegetation verschiedener Arten von Bäumen, Sträuchen und Pflanzen setzt. Man sucht die in jeder Region vorkommenden Pflanzen auf, und bemerkt, welche in jeder Region zu- oder abnehmen oder das Maximum der Anzahl erreichen, und welche aufhören.

Man darf jedoch die Grenzen der Vegetation eines Gewächses nicht dorthin setzen, wo es zum letztenmahl ist gesehen worden, weil dieses oft von Zufälligkeiten abhängen kann, sondern, wo es aufhört, allgemein zu seyn. So fanden v. Buch und Comolli am Ufer des Comosees das Rhododendron der Alpen, das in der Regel um mehrere 100 Toisen höher vorkommt *). Man wird deßhalb zur Bestimmung der Vegetationsgrenzen nach der Höhe nicht die einzelnen und seltsamen Pflanzen als Maßstab annehmen, sondern diejenigen, die in größerer Menge vorkommen.

Die Höhe der Grenze einer jeden Region über der Meeresfläche findet man am leichtesten mittelst der barometrischen Höhenmessung und die mittlere Temperatur der Luft und der Erde in dieser Region mittelst der Beobachtung des Thermometers in der Luft und in den Quellen.

§. 169. Die Höhen in Savoyen und Wallis unter der Breite von 45° 15′ bis 46° 30′ theilt v. Buch **) in sieben Regionen ein, nämlich bis zur Grenze

---

*) Biblioth. univ. Aout 1833, p. 469.
**) Gilb. Ann., B. 41, S. 48.

höchsten Standort
Par. Fuß auf den
Jener Theil
Formen der Vege
nach der Höhe ü
nach beiden Bezi
zengeographi
Gleichwie d
einen Welttheil,
Behandlung ma
geographie über
oberfläche, üb
nes Gebirg er
Zeiten durch
schnelle Forts
die Grenzen
Lappland, i
sus und in
§. 167
barometris
peratur;
Wissensch
snng verv
beobacht
lere Te
Temper
hervorr
Vegeta
Temp
Temp
letzt
mitt
Bu

bis 2432 P. F.
bis 3564 P.
bis 4164
bis 481
bis 1908 P. F.
bis 2019 P. F.

über die Grenzen des ewigen Schnees in

x lanata erreicht beinahe die Schneegrenze.)

:gbirkengrenze bis 2576 P. F. über der Meeresfl.
ula nana L.)

teegrenze bei 3300 P. F. über der Meeresfl.

gt daher der senkrechte Abstand

		Par. Fuß.
Fichten=	bis zur Birkengrenze	753
Birken=	bis zur Zwergbirken=grenze	1093
Zwergbir=ken=	bis zur Schneegrenze	924
Fichten=	bis zur Schneegrenze	2570
Birken=	bis zur Schneegrenze	1817

o ungefähr ist es überall an der Norwegischen Küste t demselben Verhältnisse, als die Höhe einer Region mt, nimmt auch jene der anderen Regionen zu. Z. B. die Fichtengrenze 3000 Par. Fuß hoch ist, so erhebt ie Birkenregion bis 3750 Par. Fuß, dann die Schnee=e bis 5570 Par. Fuß, und das so bestimmt, daß an n Bergen die Tannen, Fichten und Birken in einer ge=n Höhe horizontal abgeschnitten zu seyn scheinen. Sie n die mittlere zu ihrem Gedeihen nothwendige Tempera=erreicht, und da davon das Wachsthum abhängt, so nen sie nicht mehr höher steigen.

§. 171. Wahlenberg theilt Lappland nach der Höhe über Meeresfläche in sechs Regionen ein *).

Die erste Region über dem bothnischen Meerbusen ist e untere Waldregion. Sie reicht bis etwa 500 Par. uß Höhe und ist ganz mit Fichtenwaldung bedeckt. Ueber iese Region hinaus reichen kaum Caltha palustris, Myrica Gale, Veronica officinalis, Chrysanthemum leucanthemum, Festuca elatior, Carex stellulata u. s. w.

Die nächste Region, in welche man gelangt, wenn man die Grenze der untersten erreicht hat, nennt Wahlenberg die Fichtenregion, sie hat noch überall Fichtenwaldung (Pinus abies), ihre Grenze ist dort, wo die Fichte an freien Stellen zu wachsen aufhört. In dem oberen Theile dieser Region verlieren sich Trifolium pratense, Lysimachia thyrsiflora, Convallaria majalis, Nymphea lutea, die in der unteren Waldregion noch in Menge wachsen; ferner Trifolium

*) Gilb. Ann., B. 41, S. 233 und Flora lapponica Berolin. 1812.

des **Weinbaues**	bis 2432 P. F.	über der Merresfl.				
„ **Nußbaumes**	bis 3564 P. F.	„	„	„		
„ **Kirschbaumes**	bis 4164 P. F.	„	„	„		
der **Buchen**	bis 4815 P. F.	„	„	„		
„ **Tannen** (Pin. pic. L.)	bis 6420 P. F.	„	„	„		
des **Rhododendron** (Alpenrose.)	bis 6840 P. F.	„	„	„		
endlich bis zur unteren **Schneegrenze**	bis 8520 P. F.	„	„	„		

In der südlichen Schweiz und in Savoyen bis zum Montcenis wurden diese Baumgrenzen ziemlich übereinstimmend gefunden. Nur in solchen Thälern, welche zu Pässen hinaufführen, hören die Bäume nicht selten früher auf, was wohl von den durch die Pässe wehenden Winde herrühren mag, indem die Bäume in viel höher gelegenen und selbst von Eisbergen eingeschlossenen Thälern wieder vorkommen.

Anders ist es in der nördlichen Schweiz, indem v. **Buch** und **Horner** oberhalb des Wallenstädter Sees die letzten Nußbäume schon in der Höhe 2916 Par. Fuß über der Meeresfläche, die letzten Kirschbäume in der Höhe 3337 Par. Fuß und die Buchengrenze gegen das Thurgau in der Höhe 4183 Par. Fuß sahen. Wären die Abstände der übrigen Baumgrenzen verhältnißmäßig um eben so viel kleiner, so müßte in Appenzell die Schneegrenze 600 Par. Fuß niedriger liegen, als in Savoyen und Wallis und schon bei ungefähr 7920 Par. Fuß anfangen.

§. 170. Die Höhen in den Gebirgen von Talvig in Norwegen theilt v. **Buch** *) in folgende sechs Regionen ein, nämlich

die **Fichtengrenze** (Pinus abies L.)	bis 730 P. F.	über der Meeresfl.			
„ **Birkengrenze** (Betula alba L.)	bis 1483 P. F.	„	„	„	
„ **Heidelbeerengrenze** (Vaccin. myrtill. L.)	bis 1908 P. F.	„	„	„	
„ Salix myrsinites-Grenze	bis 2019 P. F.	„	„	„	

*) Gilb. Ann., B. 41, über die Grenzen des ewigen Schnees im Norden.

(Salix lanata erreicht beinahe die Schneegrenze.)

die Zwergbirkengrenze bis 2576 P. F. über der Meeresfl. (Betula nana L.)

„ Schneegrenze bei 3300 P. F. über der Meeresfl.

Es beträgt daher der senkrechte Abstand

		Par. Fuß.
von der Fichten-	bis zur Birkengrenze	753
„ „ Birken-	bis zur Zwergbirkengrenze	1093
„ „ Zwergbirken-	bis zur Schneegrenze	924
„ „ Fichten-	bis zur Schneegrenze	2570
„ „ Birken-	bis zur Schneegrenze	1817

So ungefähr ist es überall an der Norwegischen Küste und in demselben Verhältnisse, als die Höhe einer Region zunimmt, nimmt auch jene der anderen Regionen zu. Z. B. wenn die Fichtengrenze 3000 Par. Fuß hoch ist, so erhebt sich die Birkenregion bis 3750 Par. Fuß, dann die Schneegrenze bis 5570 Par. Fuß, und das so bestimmt, daß an vielen Bergen die Tannen, Fichten und Birken in einer gewissen Höhe horizontal abgeschnitten zu seyn scheinen. Sie haben die mittlere zu ihrem Gedeihen nothwendige Temperatur erreicht, und da davon das Wachsthum abhängt, so können sie nicht mehr höher steigen.

§. 171. Wahlenberg theilt Lappland nach der Höhe über der Meeresfläche in sechs Regionen ein *).

Die erste Region über dem bothnischen Meerbusen ist die untere Waldregion. Sie reicht bis etwa 500 Par. Fuß Höhe und ist ganz mit Fichtenwaldung bedeckt. Ueber diese Region hinaus reichen kaum Caltha palustris, Myrica Gale, Veronica officinalis, Chrysanthemum leucanthemum, Festuca elatior, Carex stellulata u. s. w.

Die nächste Region, in welche man gelangt, wenn man die Grenze der untersten erreicht hat, nennt Wahlenberg die Fichtenregion, sie hat noch überall Fichtenwaldung (Pinus abies), ihre Grenze ist dort, wo die Fichte an freien Stellen zu wachsen aufhört. In dem oberen Theile dieser Region verlieren sich Trifolium pratense, Lysimachia thyrsiflora, Convallaria majalis, Nymphea lutea, die in der unteren Waldregion noch in Menge wachsen; ferner Trifolium

---

*) Gilb. Ann., B. 41, S. 233 und Flora lapponica Berolin. 1812.

repens, Festuca rubra, Rumex aquaticus und die mehrsten Wasserpflanzen. Schon in der unteren Waldregion finden sich einige Alpenpflanzen ein, wie Tofieldia borealis und Serratula alpina; noch mehr aber in der oberen, als Salix glauca und hastata, Bartsia alpina, Lychnis alpina u. s. w. Die Waldregion ist die pflanzenreichste, sie nährt 313 Arten vollkommnerer Pflanzen. Die Gerste geräth hier noch; die Erdtemperatur an der Grenze dieser Region ist 2° C. Die Grenze dieser Region ist bei 800 Par. Fuß Höhe.

Der folgende Landgürtel ist die Kiefernregion, wo bloß Kiefern (Pinus silv. L.) und keine Fichten wachsen. Die Grenze dieser Region ist nicht so leicht zu bestimmen, weil in den engen Thälern und Gründen die Kiefern oft weiter hinauf reichen. Ihre beiläufige Grenze ist 1200 Par. Fuß. Vor den Kiefern verschwinden Carex globularis und Prunella vulgaris. In dieser Region finden sich: Pedicularis lapponica, Viola biflora, Talictrum alpinum, Salix lanata, Tussilago frigida, Ranunculus lapponicus. Der Bau der Gerste gelingt hier kaum noch, wohl aber der Kartoffeln und Rüben. Die Erdtemperatur ist 1,8° C.

Nun kömmt die unteralpinische oder Birkenregion, welche unter den Waldbäumen bloß die Birke hat. Ihre Grenze setzt Wahlenberg dahin, wo die Birken kaum noch die Höhe einer Klafter erreichen, was in der Höhe von ungefähr 1800 Par. Fuß eintrifft. Eher als die Birken, verschwinden die Espe (populus tremula) und der Faulbaum. Die Eberesche (sorbus aucuparia) steigt aber fast zu einerlei Höhe mit der Birke. An den trockenen Orten fängt an zu wachsen: Azalea procumbens, Juncus spicatus und trifidus. Diese Region umfaßt überhaupt 125 vollkommnere Arten, hat aber nichts merkwürdiges als einige strauchartige Pflanzen. Die Erdtemperatur an der Birkengrenze ist 1,4° C.

An die Birkenregion schließt sich die niedere Alpenregion an. Sie nimmt den Raum über der Birkengrenze ein, auf welchem der Schnee (Gruben etwa ausgenommen) nirgends durch das ganze Jahr liegen bleibt, sondern vor der Mitte Juli wegschmelzt. Hier wächst noch an sumpfigen Orten die Zwergbirke aufrecht, Salix myrsinites, und auf allen Flächen Diapenzia lapponica, Silene acaulis, Andromeda hypnoides. Die Erdtemperatur ist 1° C.

Die letzte Region ist die hohe Alpenregion oder die der Schneealpen, die den Alpenzug in sich begreift, auf welchem viele Stellen durch den ganzen Sommer mit Schnee bedeckt bleiben. Bei dem beständigen Schmelzen dieses Schnees wird der Boden mit Bruch und Morast bedeckt, und bringt Pflanzen hervor, welche man sonst nirgends findet, als:

Ranunculus glacialis und nivalis, Pedicularis hirsuta und flammea, Stellaria biflora, Erigeron uniflorum. Diese Region hat überhaupt die eigenthümlichste und merkwürdigste Vegetation und begreift 93 Arten vollkommnerer Pflanzen.

Endlich nennt Wahlenberg die an die See grenzenden Berge, die den Seewinden so ausgesetzt sind, daß auch sie mehr dadurch, als durch ihre Höhe die Natur der Alpen annehmen, Seealpen. Diese sind so baum- und strauchleer, daß sie nicht einmal Wachholderstäuche und Andromeden haben, wohl aber saftige Alpenpflanzen, wie Saxifraga oppositafolia, Silene acaulis, Dryas octopetala, Erigeron alpinum, Sedum villosum, Gentiana involucrata u. s. w.

Wahlenberg beobachtete auch den Zusammenhang zwischen der Erdtemperatur und der Vegetation. Bei Abo in Finnland, wo zuerst Carex globularis vorkömmt, ist die Erdtemperatur 5° C., zu Sundsvall, wo die letzten Aepfel reifen, 4° C.; beim See Tafvelsjön, wo Caltha palustris, Veronica officialis u. s. w. verschwinden 2,9° C., auf der Alpe Givorten, wo Andromeda hypnoides zu wachsen anfängt, 1° C. u. s. w. Er hält es für wahrscheinlich, daß die Erdtemperatur Null in die Schneegrenze falle und zugleich die Grenze der Vegetation nnd des organischen Lebens bestimme. Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, daß die Erdtemperatur der Vegetation und der produktiven Kraft des Klima's entspricht und zwar auch an jenen Orten, wo die mittlere Temperatur der Luft eine viel größere Strenge des Klima's anzudeuten scheint, und daß Erfahrungen über die Vertheilung der Pflanzen in verschiedenen Ländern leichter zur Kenntniß der feinsten Modificationen der Klimate führen werden, als die Beobachtung der mittleren Lufttemperatur und jedes andere Mittel, indem wir unter Klima nicht allein die mittlere Temperatur der Luft, sondern auch die Vegetationskraft einer Gegend verstehen.

§. 172. Wenn ein Land oder ein Gebirg botanisch-geographisch beschrieben ist, so entnimmt der Botaniker aus dem Vorkommen der Pflanzen die Höhe der Region, in welcher er sich befindet, über der Meeresfläche. Diese Bestimmungsweise der Höhen kann daher die botanische genannt werden. Solche Höhenbestimmungen gelten jedoch nicht allgemein für jedes Gebirg, wie schon aus den angeführten Pflanzengeographien ersichtlich ist. Kommen zur Verschiedenheit in Bezug auf die Breite und Länge noch Localverhältnisse, nämlich, die geognostische Beschaffenheit des Bodens, die Trockenheit oder Feuchtigkeit desselben, die Stellung eines Thales gegen hohe Gebirge, die Nähe des Meeres, warme Windstriche in den höheren Regionen, oder eigenthümliche

Verhältnisse, wie im Himalajagebirge, so wird die Vegetationsgrenze überhaupt, als auch jene der einzelnen Gewächsgruppen bedeutend modifizirt. So z. B. kommen Betula nana, Andromeda polyfolia, Narthecium boreale, Linea borealis, die sonst trockene Flächen auf hohen Bergen bedecken, auch in tieferen und wärmeren Gegenden im moosigen Grunde vor, weil sie in diesem die ihnen nothwendige mindere Temperatur wieder finden. Engere Thäler haben einen kürzeren Sommer als weitere, weil die kältere Atmosphäre sich in sie hineinsenkt und dem Eindringen der wärmeren aufsteigenden Luft lange widersteht. Deßwegen erhält sich in der Schneegrube am Riesengebirge der Schnee und erkältet die Gegend, obwohl die Schneegrenze viel höher als sie hinläuft. Eben so ist es bei der Eiscapelle in Berchtesgaden, die 3000 Par. Fuß unter der Schneegrenze liegt, und im Juragebirge. Ein an der Nord- und Nordostseite von hohen Bergen begrenztes Thal hat einen wärmeren und gleichförmigeren Sommer, mithin auch eine bessere Vegetation, als eine von dieser Seite gegen die kalten Winde nicht geschütztes Thal. Warme Winde in den höheren Regionen, die oft wiederkehren, erhöhen die Schnee- und Vegetationsgrenze. Diese und mehrere andere Localverhältnisse verändern auch die Vertheilung der Vegetation. Es wird daher nothwendig, bei der botanischen Höhenbestimmung darauf Rücksicht zu nehmen, und das von der gewöhnlichen Vertheilung der Vegetation abgeleitete Urtheil über die Höhe der Region darnach zu verbessern, so wie man die vorläufigen, barometrisch und thermometrisch gefundenen Höhen nach den Umständen verbessern muß.

§. 173. Nach den Untersuchungen des Alex. v. Humboldt reicht die Schneegrenze unter verschiedenen geographischen Breiten bis auf folgende Höhen über der Meeresfläche. So wie die Schneegrenze in größeren Breiten der Ebene sich nähert, eben so rückt die Vegetationsgrenze in größeren Breiten gegen die Ebene herab, bis endlich, wenn die Schneegrenze in der Ebene selbst liegt, alle Vegetation aufhört.

Name des Berges.	Breite.	Höhe der Schneegrenze in Toisen.
Anden von Quito . .	1° bis 1° 30′ N.	2460
Vulcan Purace . . .	2° 18′	2420
Tolima	4° 46′	2380
Cordilleras von Bolivia	16° bis 17° 45′ S.	2670
Nevados in Mexico .	18° 59′ bis 19° 12′ N.	2350
Himalaya in Asien . .	30° 40′ bis 31° 4′	
„ gegen Süden herab		1950
„ gegen Norden herab		2605
Sierra Nevada in Grenada	37° 10′	1780
Caukasus	42° bis 43°	1650
Altai	49° bis 51°	1000
Pyrenäen	42° 30′ bis 43°	1400
Schweizer Alpen . .	45° 45′ bis 46° 30′	1370
Carpathen	49° 10′	1330
Norwegen, Inneres .	61° bis 62°	850
„ „ .	67°	600
„ „ .	70°	550
„ Nordcap .	71° 30′	366

Mehr über die Pflanzengeographie außer den angeführten Werken findet man bei Wahlenberg, de vegetatione et climate Helvetiae septentrionalis. Turici 1813. Humboldt, Essai sur la geographie des plantes Paris. 1807. Decandolle und Sprengel, Grundzüge der wissenschaftlichen Pflanzenkunde. Leipzig 1820.

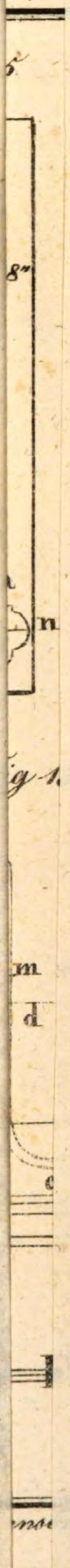
Schluß.

§. 174. Nicht allein die Pflanzen sind nach gewissen Gesetzen über der Oberfläche der Erde vertheilt, sondern auch die Thiere. So traf v. Humboldt auf den Anden bis 400 oder 500 Toisen Höhe den Jaguar, die Affen und die Papageien; in einer Höhe, welche 2100 Toisen übersteigt, traf er verwilderte Liama's und den kurzbeinigen Berglöwen; bei 1800 bis 1900 Toisen Höhe hören alle Fische mit Ausnahme der Prenadillas auf, obwohl die mittlere Temperatur noch 9,5° C. ist. In den Pyrenäen beobachtete Ramond das Aufhören der Fische in der Höhe von 1162 Toisen, und der Wassersalamander in der Höhe von 1292 Toisen. Es ist bekannt, daß der Steinbock bloß die höchsten Gipfel der Gebirge bewohnt. Noch verschiedener ist die Verbreitung der Thiere nach der geographischen Breite. Der Eisbär gedeihet nur auf den Eisfeldern des Nordpols, der Löwe nur in den brennenden Wüsten von Afrika. Das Studium, welches die Gesetze dieser Vertheilung zum Gegenstande hat, heißt die Geographie der Thiere und die Methode, aus dem Vorkommen der Thiere die Höhe der Region zu erkennen, könnte die zoologische Höhenbestimmung genannt werden.

Lehrreich und interessant in Beziehung auf den Gegenstand dieses Abschnittes ist die Karte von Wilbrand und Ritgen „Gemälde der organischen Natur in ihrer Verbreitung auf der Erde mit der Erklärung derselben. Gießen bei Müller 1821.“ Auf diesem Gemälde findet man die Schneelinie in beiden Halbkugeln der Erde angedeutet und die vorzüglichsten Gebirge in allen fünf Welttheilen graphisch dargestellt. Auf der einen Hälfte des Gemäldes ist die Verbreitung des Pflanzenreiches, auf der anderen die Verbreitung des Thierreiches aufgetragen; der untere Theil stellt das Meer und die Verbreitung seiner Bewohner vor.

Verbesserungen.

Seite	Zeile	statt	soll es heißen
43	II. 5 von oben	28,231	28,221
82	10 » »	$P_m = \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^m$	$P_m = P \times \left(\frac{P_{,}}{P}\right)^m$
90	8 von unten	$\frac{(T - t)}{2}$	$\frac{(T + t)}{2}$
93	1 von unten	0,0027518	0,0027618
102	10 » »	Abnahme	Annahme
104	1 » »	02290495	0,2290495
109	15 » »	3267206,38	3267207,38
115	18 » »	3,1269803	3,1269833
116	2 von oben	9407	9407,6
128	14 von oben	1 + 408 ꝛc.	1 + 408 ꝛc.
128	4 von unten	1 + 326 ꝛc.	1 + $\overline{326}$ ꝛc.
142	5 » »	2282,3	2282,4
151	5 von oben	3,0841809	3,0841609
164	1 von oben	25,8	25,3
165	5 von unten	4,709	3,709
167	2 von oben	log. 28,16666	$\frac{\text{log. } 28{,}16666}{B}$
170	1 von unten	0,05	1,05
171	1 » Tafel (b)	2,19	3,19
171	2 » detto	2,09	3,09
174	10 von unten	137,616	147,616
175	18 von oben	947,808	947,8018
175	19 » »	947,8017	947,8018
176	13 von unten	0,99 r	0,99
178	2 von unten, Tafel	313	213
184	21 von oben	8394	8364
185	11 von unten	Englefied	Englefield.
186	5 von unten	2286,3	2286,2
195	12 » »	1146,98	1176,98
196	13 » »	1087,60	1087,28
197	7 von oben	1410,28	1410,08
207	20 von oben	7791,29	7791,49
209	16 » »	1398,69	1398,09
209	22 » »	1636,84	1536,84
211	18 von unten	5140,80	6140,80
214	9 von oben	Plawinka	Planinka
218	10 von unten	3631,30	3631,10
218	20 von unten	Dittmanns, Dorf	Dittmannsdorf
221	15 von oben	Tochardsberg ist wegzulassen.	
227	11 » »	534,04	534,00
236	15 » »	4708	4108
240	1 » »	12684	12624
240	4 von oben	1886	1863
256	9 » »	dothwendig	nothwendig
256	11 » »	nas	das



Die

Hypsometrie

mittelst

physikalischer Beobachtungen.

Dargestellt

von

Dr. Johann Joachim Suppan,

k. k. Professor der Physik an der Universität zu Innsbruck.

Höhenmessung

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Suppan, Johann Joachim

Die Hypsometrie mittelst physikalischer Beobachtungen, oder theoretisch-praktische Anleitung zur Anstellung der meteorologischen Beobachtungen und zu der barometrischen Höhenmessung nebst dem Grundrisse der thermometrischen und botanischen Höhenbestimmung

Innsbruck 1834

Phys.sp. 643 m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134864-2